

**Ermittlung des nachhaltig nutzbaren Grundwasserdargebots in
stark genutzten Teileinzugsgebieten – Beurteilung des mengenmä-
ßigen Zustandes gemäß EU Rahmenrichtlinie Wasser**

Kurzform „Mengenhaushalt von Teileinzugsgebieten“

Von der Fakultät für Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik der
Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus zur Erlangung des

akademischen Grades

eines Doktor der Naturwissenschaften

genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Geograph

Henrik Schlüter

geboren am 09.03.1974 in Hannover

Vorsitzender: Prof. Dr. Grünewald

Gutachter: Prof. Voigt

Gutachter: Prof. Wolff

Tag der mündlichen Prüfung: 13.02.2006

Kurzfassung

Die durchgeführten Arbeiten standen in einem engen Zusammenhang mit Arbeiten der Firma HGN GmbH zur Erforschung von Grundlagen zur schonenden Grundwasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Ise. Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung und Erprobung eines Modells zur Ermittlung des nachhaltig nutzbaren Grundwasserdargebots gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Um zu einem auf ganz Niedersachsen übertragbaren Modell zu kommen, mussten mehrere einzelne Faktoren in eine Gesamtbetrachtung eingehen.

In einem ersten Verfahrensschritt wurde das nutzbare Dargebot zum einen für einen Trockenzeitraum und zum anderen für eine normale Niederschlagsperiode berechnet. Es wurden je nach Berechnungsverfahren verschiedene Abschläge für geogene bzw. ökologische Faktoren in die Verfahren einbezogen.

An dieses erste Berechnungsverfahren schließt sich in einem zweiten Verfahrensschritt ein Bewertungsschema zur Ermittlung der Sensitivität der Grundwasserkörper bzw. ihrer Vorfluter an. Die Auswahl der Eingangsparameter richtete sich dabei hauptsächlich nach den vorhandenen Daten zu Neubildung und Dynamik des Grundwassers sowie dem geologischen Aufbau. Um die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf Gewässer und grundwasserabhängige Landökosysteme zu simulieren, wurden darüber hinaus Daten benötigt, die diesen Einfluss charakterisieren. Die Ermittlung der potentiellen Auswirkungen auf die grundwasserabhängigen Landökosysteme ist ein wichtiger Bestandteil dieser Arbeit und wird auf drei verschiedenen Wegen exemplarisch beschrieben. Zum einen als Basisabfluss-Analyse, als weiteres als Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte und als letztes als Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses.

Der erste Teil des Verfahrens zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots wurde größtenteils in Form von Berechnungen in Excel-Tabellen durchgeführt.

Für den zweiten Teil des Verfahrens zur Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte wurden die benötigten Daten größtenteils in ArcView eingelesen und zum Teil miteinander verschnitten.

Summary

The investigation stood in a close relationship with works of the company HGN GmbH for the research of careful groundwater management in the catchment areas of the Ise and the Ilmenau. A goal of the research project was the development and testing of a model for the determination of the lastingly usable groundwater reserves in accordance with the European Union water framework directive. To get a model transferable to completely Lower Saxony several individual factors were needed which had to be brought into a general survey. These had to be first individually and in the end in a total context been evaluated.

In a first step the available groundwater resource was calculated for a dry period and a period of normal rainfall. For each calculating different drops for geological and ecological parameters were used.

In a second part sensitive river segments have been calculated. The selection of the initial parameters arranged itself thereby mainly after the existing data for the re-charge and the dynamics of the groundwater as well as the geological structure. To simulate effects upon waters and groundwater-dependent ecological systems it was also necessary to use data that characterises this influence. The determination of the potential effects on the groundwater-dependent ecological systems is an important component of this work and therefore is being described exemplary on three different ways. On the one hand as basis discharge analysis, as further as determination of the sensitive water sections and as the latter as a determination of the landscape-necessary minimum water discharge. Finally all factors are brought into system connection and are evaluated regarding their lastingness. The datasets have been transformed into ArcView and intersected partially with one another. Apart from the analysis, the comparison and the evaluation of the test results topic table maps were provided in ArcView.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle herzlich Herrn Dr. Dörhöfer vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) in Hannover für die Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit danken. Ebenso möchte ich Herr Prof. Voigt von der Brandenburgisch Technischen Universität Cottbus danken, der mir mit hilfreichen Hinweisen zur Seite gestanden hat.

Ebenso möchte ich meinen herzlichen Dank an Frau Dr. Pinz von der Bezirksregierung Lüneburg, Herrn Körtje von der Bezirksregierung Braunschweig und Herrn Schültken vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie aussprechen. Sie waren oft mit ihren kritischen Nachfragen und Hinweisen sehr hilfreich und haben mir Daten zu den beiden Untersuchungsgebieten Ise und Ilmenau zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren gilt mein Dank allen Beschäftigten der hydrogeologischen Referate des NLfB, sie waren mir oft eine große Hilfe bei der Beschaffung von Daten die der Anfertigung dieser Arbeit dienten.

Als letztes möchte mich bei meiner Frau Silke Ohnesorge bedanken, die mich in letzter Zeit bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt hat.

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG.....	3
SUMMARY	4
DANKSAGUNG.....	5
INHALTSVERZEICHNIS.....	7
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	11
TABELLENVERZEICHNIS.....	14
GRUNDWASSERDARGEBOТ - DEFINITIONEN.....	15
ZIELSETZUNG	17
WASSERWIRTSCHAFTLICHE PRAXIS BIS 2000.....	19
DIE EUROPÄISCHE WASSERRAHMENRICHTLINIE - GRUNDLAGEN -	19
DIE BESTANDSAUFNAHME IN DER EU-WRRL.....	25
DIE BESTANDSAUFNAHME ALS GRUNDLAGE FÜR DAS MONITORING	30
DAS MONITORING - GRUNDLAGEN FÜR DIE MAßNAHMEN.....	33
VERFAHREN NUTZBARES DARGEBOТ	34
SENSITIVITÄTSANALYSE DER GRUNDWASSERKÖRPER	45
<i>Methodenbeschreibung</i>	<i>45</i>
Schritt 1 - Einzugsgebietsanalyse.....	45
Schritt 2 – Grundwasserkörper-Analyse.....	46
Schritt 3 – Wasserhaushalts -Analyse.....	46
Schritt 4 – Sensitivitätsanalyse.....	47
Schritt 5 – Zusammenfassung und Darstellung der Ergebnisse.....	50
ANWENDUNG DER NEUEN METHODE.....	51
GEBIET ISE	51
<i>Ermittlung des nutzbaren Dargebots</i>	<i>51</i>
<i>Ermittlung der sensitiven Fließgewässerabschnitte.....</i>	<i>54</i>
<i>Einzugsgebiets-Analyse</i>	<i>54</i>
Lage des Untersuchungsgebietes	54
Geologie des Untersuchungsgebietes	57
Boden des Untersuchungsgebietes.....	57

Klima.....	58
Landnutzung.....	63
<i>Grundwasserkörper-Analyse.....</i>	<i>63</i>
Grundwasserkörper / Oberirdische Wasserkörper.....	63
Fließgewässernetz	67
Messstelleninventar (oberirdisch)	68
Messstelleninventar (unterirdisch)	68
Zeitreihen	69
Wasserwirtschaftlich relevante Eingriffe	74
<i>Wasserhaushaltsanalyse.....</i>	<i>74</i>
Grundwasserneubildung.....	74
Grundwasserdynamik.....	76
Flurabstand	77
Grundwasserentnahmen	78
Abflussmengen.....	79
<i>Ermittlung der Sensitivität des Grundwasserkörpers</i>	<i>81</i>
Basisabfluss – Analyse.....	81
Ermittlung sensativer Gewässerabschnitte.....	81
Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses	83
Empfehlungen auf Grund der Sensitivitätsanalyse.....	84
<i>Zusammenfassung und Ergebnis</i>	<i>89</i>
GEBIET ILMENAU.....	91
<i>Ermittlung des nutzbaren Dargebots</i>	<i>91</i>
<i>Ermittlung der sensiven Fließgewässerabschnitte.....</i>	<i>93</i>
<i>Einzugsgebiets-Analyse</i>	<i>94</i>
Lage des Untersuchungsgebietes	94
Geologie des Untersuchungsgebietes	95
Boden des Untersuchungsgebietes.....	96
Klima.....	96
Landnutzung.....	99
<i>Grundwasserkörper-Analyse.....</i>	<i>100</i>
Grundwasserkörper / Oberirdische Wasserkörper.....	100
Fließgewässernetz	102
Messstelleninventar (oberirdisch)	103
Messstelleninventar (unterirdisch).....	103
Zeitreihen der Grundwasserganglinien.....	104
Zeitreihen der Oberflächengewässer.....	105
Wasserwirtschaftlich relevante Einflüsse.....	106
<i>Wasserhaushaltsanalyse.....</i>	<i>107</i>
Grundwasserneubildung.....	107
Grundwasserdynamik.....	108
Flurabstand.....	109

Grundwasserentnahmen	109
Abflussmengen	109
<i>Sensitivitätsanalyse</i>	110
Basisabflussanalyse.....	110
Ermittlung sensibler Gewässerabschnitte.....	111
Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses	113
Zusammenfassung und Fazit	114
<i>Empfehlungen auf Grund der Sensitivitätsanalyse</i>	120
ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER METHODE UND DER ERGEBNISSE.....	121
SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	123
LITERATURVERZEICHNIS	127
VERZEICHNIS DER KARTEN.....	133
ANHANG 1 - ABBILDUNGEN UNTERSUCHUNGSRAUM ISE	134
ANHANG 2 - ABBILDUNGEN UNTERSUCHUNGSRAUM ILMENAU.....	165

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Haupteinzugsgebiete Europas	20
Abb. 2: Grenzen der Grundwasserkörper (GWK) in Niedersachsen, NLfB (2004)	22
Abb. 3: Schätzung der verfügbaren Grundwassermenge, Littlejohn, C. et al. (2002)	34
Abb. 4: Guter und schlechter quantitativer Zustand des Grundwassers, Littlejohn, C. et al. (2002).....	35
Abb. 5: Schema des Verfahrens Nutzbares Dargebot, Teil 1, Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004).....	36
Abb. 6: Schema des Verfahrens Nutzbares Dargebot, Teil 2, Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004).....	37
Abb. 7: Festlegung weiteres Vorgehen und Prüfung der Auswirkungen Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004).....	44
Abb. 8: Lage des Untersuchungsgebietes Ise, eigene Darstellung (2005).....	55
Abb. 9: Monatssummen der Niederschläge 1961 - 2001, NLWK (2003)	58
Abb. 10: Temperaturverlauf Braunschweig - Völkenrode 1961 – 1995, NLWK (2003)	60
Abb. 11: Monatssummen der potentiellen Verdunstung 1961 – 2001 (NLWK 2003)	61
Abb. 12: Monatssummen der klimatischen Wasserbilanz 1961 – 2001 (NLWK 2003)	62
Abb. 13: GW-Ganglinie Messstelle Westerbeck, NLWK, NLfB (2003)	70
Abb. 14: GW-Ganglinie Messstelle Bokensdorf I, NLWK, NLfB (2003).....	71
Abb. 15: GW-Ganglinie Messstelle Osloß, NLWK, NLfB (2003)	71
Abb. 16: Mittel- und Niedrigwasserabfluss am Pegel Neudorf-Platendorf 1966 – 2001, NLWK (2003).....	72
Abb. 17: Mittel- und Niedrigwasserabfluss am Pegel Neudorf-Platendorf 1985 – 2001, NLWK (2003).....	73
Abb. 18: Monatliche Mittelwasserabflüsse an den Pegeln der Ohre Jahrstedt und Brome 1979 – 2001; NLWK (2003)	74
Abb. 19: Tatsächliche Entnahmemengen (kumulativ) im Bereich des GWK Ise, NLfB (2003)	79
Abb. 20: Lage des Untersuchungsgebietes Ilmenau, eigene Darstellung (2005).....	95

Abb. 21: Niederschlagssumme, Standort Natendorf, NLfB (2003).....	97
Abb. 22: Verdunstung (nach Haude), Standort Natendorf, NLfB (2003)	98
Abb. 23: Klimatische Wasserbilanz, Standort Natendorf, NLfB (2003)	99
Abb. 24: Grundwasserganglinie Allenbostel nach NLfB 2003.....	104
Abb. 25: Grundwasserganglinie Himbergen nach NLfB (2003)	105
Abb. 26: Abflussganglinie am Pegel Bienenbüttel, NLWK (2003)	106
Abb. 27: Mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ) am Pegel Bienebüttel, Gewäss. kundl. JB. (2003).....	110
Abb. 28: Hydrogeologische Teilräume des GWK Ise, NLfB	135
Abb. 29: Bodentypen aus der BÜK 200, NLfB	136
Abb. 30: Landnutzung im Bereich des GWK Ise, NLfB (2002)	137
Abb. 31: Grenzen des Grundwasserkörpers Ise, NLfB (2002)	138
Abb. 32: Grenzen des GWK Ise nach unterschiedlicher Abgrenzung, HGN (2003)	139
Abb. 33: Mächtigkeit 1. Grundwasserleiter, (HGN 2003)	140
Abb. 34: Mächtigkeit 2. Grundwasserleiter, HGN (2003)	141
Abb. 35: Karte der Durchlässigkeiten – Ise, NLfB (2004)	142
Abb. 36: Entnahmebedingungen Ise, NLfB (2000)	143
Abb. 37: Oberirdische EZG, NLÖ (Jahr)	144
Abb. 38: Mächtigkeit der Zwischenschichten (1. – 2. Stockwerk), HGN (2003).....	145
Abb. 39: Fließgewässernetz, NLÖ (2003)	146
Abb. 40: Messstelleninventar, NLÖ (2003)	147
Abb. 41: Querbauwerke / Strassen, eigene Darstellung	148
Abb. 42: Verhältnis GWN Growa 98 zu Dörhöfer/Josopait, NLfB (2003)	149
Abb. 43: Grundwasserneubildung Growa 98, NLfB (2002)	150
Abb. 44: Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait, NLfB (2003)	151
Abb. 45 Grundwasserdynamik 1. Stockwerk, Maßstab 1:50.000, HGN (2003)	152
Abb. 46: Grundwasserdynamik 2. Stockwerk, Maßstab 1:50.000, HGN (2003)	153
Abb. 47: Grundwasserdynamik GWL 1 zu GWL 2, HGN (2003)	154
Abb. 48: Grundwasserdynamik 1. Stockwerk, Maßstab 1:200.000, NLfB (2003).....	155
Abb. 49: Flurabstand, HGN (2003)	156
Abb. 50: Basisabfluss, eigene Darstellung	157
Abb. 51: Kumulativer Basisabfluss, eigene Darstellung	157

Abb. 52: Fließgewässersystem Ise und Kleine Aller, NLfB (2002), NLÖ (2002)	158
Abb. 53: Fließgewässer verschnitten mit Flächen des kapillaren Aufstiegs ($k_a > 0$), NLfB (2004), NLÖ (2002)	159
Abb. 54: Flächen mit Hangneigungen größer als 1 °, NLfB (2002)	160
Abb. 55: Fließgewässer nach Verschneidung mit Nutzung, Hangneigung, kapillarem Aufstieg, eigene Darstellung	161
Abb. 56: Abflussspende gemindert um 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung .	162
Abb. 57: Abflussspende gemindert um Entnahmen und 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung	163
Abb. 58: Einzugsgebiete der Wasserwerke im Betrachtungsraum Ise, NLfB (2004)	164
Abb. 59: Hydrogeologische Teilräume des GWK Ise nach NLfB (Jahr)	166
Abb. 60: Bodentypen aus der BÜK 200 nach NLfB (Jahr)	167
Abb. 61: Landnutzung im Untersuchungsgebiet Ilmenau, NLfB (2002)	168
Abb. 62: Grundwasserkörper Ilmenau nach NLfB (2003)	169
Abb. 63: Karte der Durchlässigkeiten – Ilmenau, NLfB (2004)	170
Abb. 64: Entnahmebedingungen Ilmenau, NLfB (2004)	171
Abb. 65: Oberirdische Wasserkörper Ilmenau nach NLÖ (2003)	172
Abb. 66: Fließgewässernetz Ilmenau nach NLÖ (2003)	173
Abb. 67: Pegel Untersuchungsgebiet Ilmenau nach NLÖ (2003)	174
Abb. 68: GWMS Untersuchungsgebiet Ilmenau nach NLfB (2003)	175
Abb. 69: GWMS mit Trendanalyse nach Grimm-Strehle nach NLfB (2003)	176
Abb. 70: Querbauwerke / Strassen Ilmenau, eigene Darstellung	177
Abb. 71: Verhältnis GWN Growa 98 zu Dörhöfer/Josopait Ilmenau nach NLfB (2003)	178
Abb. 72: Grundwasserneubildung nach Growa 98 Ilmenau nach NLfB (2002)	179
Abb. 73: Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait Ilmenau nach NLfB (2003)	180
Abb. 74: GW-Gleichen 1:200.000, NLfB (Jahr)	181
Abb. 75: Basisabfluss, eigene Darstellung	182
Abb. 76: Kumulativer Basisabfluss, eigene Darstellung	183
Abb. 77: Fließgewässersystem Ilmenau, NLfB (2002), NLÖ (2003)	184

Abb. 78: Fließgewässer verschnitten mit Flächen des kapillaren Aufstiegs ($k_a > 0$), NLÖ (2003), NLfB (2004)	185
Abb. 79: Flächen mit Hangneigungen größer als 1° , NLfB (2002)	186
Abb. 80: Fließgewässer nach Verschneidung mit Nutzung, Hangneigung, kapillarem Aufstieg, eigene Darstellung	187
Abb. 81: Abflussspende gemindert um 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung .	188
Abb. 82: Abflussspende gemindert um Entnahmen und 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung	189
Abb. 83: Einzugsgebiete der Wasserwerke im Betrachtungsraum Ilmenau, NLfB (2004)	190
Abb. 84: Eingangsdaten in das Modell Growa, Wendland, F., Kunkel, R., Tetzlaff, B., Dörhöfer, G. (2004)	191
Abb. 85: Wirkungsflächen der Messstellen in Niedersachsen, NLfB (2003)	192
Abb. 86: Flächendeckung der Messstellen in Niedersachsen, NLfB (2003)	193

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kreuztabelle zur Ermittlung der ökologischen Sensitivitätsklasse ÖSK, NLfB 2004	40
Tab. 2: Ermittlung des nutzbaren Dargebots – ein Beispiel, eigene Darstellung	42
Tab. 3: Ermittlung des nutzbaren Dargebot, Gebiet Ise, eigene Darstellung (2005) .	52
Tab. 4: Abflussmengen am Pegel Neudorf-Platendorf, HGN (2003)	80
Tab. 5: Ermittlung des nutzbaren Dargebot, Gebiet Ise, eigene Darstellung (2005) .	92

Grundwasserdargebot - Definitionen

Im Folgenden soll zunächst eine Definition des Begriffs Grundwasserdargebot einen kurzen Überblick über die verschiedenen Terminologien verschaffen.

Definition (nach DIN 4049-3 : 1994-10)

Grundwasserdargebot (allgemein): Summe aller positiven Glieder der Wasserbilanz für einen Grundwasserabschnitt. Zum Beispiel Grundwasserneubildung aus Niederschlag und die Züsickerung aus einem oberirdischen Gewässer bezogen auf einen Grundwasserabschnitt.

Gewinnbares Grundwasserdargebot: Teil des Grundwasserdargebots, der mit technischen Mitteln aus dem Untergrund entnehmbar ist.

Nutzbare Grundwasserdargebot: Teil des gewinnbaren Grundwasserdargebots, der für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann.

Definition (nach DVWK-Schriften 58/1)

Eine weitere Definition kann aus den DVWK-SCHRIFTEN 58/1 entnommen werden:

„Das nutzbare Grundwasserdargebot ist der für einen Verwendungszweck qualitativ geeignete Anteil am Grundwasser, der geschützt und wirtschaftlich genutzt werden kann und der wasserhaushaltsmäßig im langjährigen Mittel zur Verfügung steht und dessen Entnahme ökologisch vertretbar ist.“

Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens „Grundwassermengenhaushalt von Teileinzugsgebieten“ ist die methodische Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der nutzbaren Grundwassermenge. Anhand unterschiedlicher Eingangsparameter soll eine möglichst genaue Aussage über die Menge des zur Nutzung zur Verfügung stehenden Grundwassers getroffen werden.

Die Erreichung des Ziels ist in zwei Teilen vorgesehen.

Der erste Teil des Verfahrens unterteilt sich in zwei Schritte, die der rechnerischen Ermittlung des nutzbaren Dargebots für zwei verschiedene Klimaszenarien dienen. Grundlage für alle Arbeiten sind die in Zusammenarbeit mit mehreren niedersächsischen Behörden abgegrenzten Grundwasserkörper.

Im ersten Szenario soll die Wasserversorgung in Trockenzeiten sichergestellt werden. Die Berechnung des nutzbaren Dargebots erfolgt hierfür über die langjährige Grundwasserneubildung unter Verwendung eines Klimaszenarios für aufeinander folgende Trockenjahre. Auf diese reduzierte Grundwasserneubildung werden für Versalzungsgefährdung und die Entnahmebedingungen Minderungen als geogen beschränkende Faktoren berechnet. Das Ergebnis ist die für die Wasserversorgung in Trockenzeiten zur Nutzung zur Verfügung stehende Grundwassermenge.

Im anderen Szenario soll die nutzbare Grundwassermenge für normale Klimaperioden berechnet werden. Die Berechnung des nutzbaren Dargebots erfolgt hierfür ausschließlich über die langjährige Grundwasserneubildung unter Verwendung eines ökologischen Faktors. Dieser Faktor berechnet sich aus dem Anteil der grundwasserabhängigen Landökosysteme und dem Anteil des kapillaren Aufstiegs. Das Ergebnis entspricht der grundsätzlichen Sicherung der Wasserversorgung.

Dadurch, dass während der normalen Niederschlags- bzw. Klimaperiode ein ökologischer Faktor eingeführt wird, ist sichergestellt, dass die Belange des Naturschutzes in einem entsprechend hohen Maß berücksichtigt werden. Andererseits entfällt dieser Faktor während einer Trockenperiode und das nutzbare Grundwasserdargebot wird durch die natürlichen - geogenen - Gegebenheiten beschränkt. In Notzeiten muss der Naturschutz zugunsten der Wasserversorgung zurücktreten.

In einem zweiten Teil werden die sensiblen Bereiche in diesem Grundwasserkörper aufgezeigt. Dazu wird zunächst in einer Einzugsgebiets-Analyse die Lage des zu untersuchenden Grundwasserkörpers beschrieben.

In einer anschließenden Grundwasserkörper-Analyse werden statische Daten erhoben und ausgewertet. Dabei handelt es sich um die Datengrundlage, die später in die Sensitivitäts-Analyse eingeht.

In der Wasserhaushalts-Analyse werden die dynamischen Daten erhoben und ausgewertet. Es werden Grundwasserneubildung, Entnahmemengen, die Grundwasserdynamik und Abflussmengen im Vorfluter betrachtet.

Es folgt als Schlussfolgerung aus den vorangegangenen Analysen die Markierung der sensiblen Bereiche im Grundwasserkörper.

Der zweite Teil zeigt durch Verschneidung verschiedener Eingangsdaten die sensiblen Bereiche innerhalb des Grundwasserkörpers auf. Damit sind gezielte Maßnahmen möglich, die eine Verschlechterung des Zustands des betroffenen Wasserkörpers verhindern. Dieses ist eine Hauptforderung der EU-WRRL.

Mit den Untersuchungsgebieten Ise und Ilmenau wurden Grundwasserkörper herangezogen, in denen sich auf Grund der bestehenden Nutzungssituationen potenzielle Konflikte zwischen Nutzungsansprüchen und nachhaltig nutzbarem Grundwasserdargebot nicht ausschließen lassen. Es handelt sich um Gebiete mit erheblichen Grundwasserförderungen aus Wasserwerken sowie großen Entnahmemengen für flächenhafte Feldberegnung. Beide Gebiete befinden sich im Osten Niedersachsens, wo generell vergleichsweise niedrige Niederschlagsmengen zu verzeichnen sind.

Das Verfahren soll abschließend als Handlungskonzept in Form einer Arbeitshilfe den Vollzugsbehörden zur Verfügung gestellt werden.

Wasserwirtschaftliche Praxis bis 2000

Auf der Grundlage des Wasserhaushaltsgesetzes (§ 36) geben Wasserwirtschaftliche Rahmenpläne für Flussgebiete oder Wirtschaftsräume die für die Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse notwendigen wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen im Einklang mit den Erfordernissen der Raumordnung an. Ein Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan muss in Wasserbilanzen das Wasserdargebot und seinen nutzbaren Teil nachweisen, den jetzigen und den voraussichtlich künftigen Wasserbedarf angeben, den Hochwasserschutz behandeln und die Reinhaltung der Gewässer berücksichtigen. Die Zuständigkeit für die Wasserrahmenpläne oblag in Niedersachsen den Bezirksregierungen, die jedoch zum Jahreswechsel 2004/05 aufgelöst wurden.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie - Grundlagen -

Mit Einführung der EU-WRRL im Dezember 2000 wurde die Grundlage für eine europaweit einheitliche Vorgehensweise bei der Klassifizierung nach Quantität und Qualität gelegt. Der Zeitplan für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sieht folgendermaßen aus:

- Inkrafttreten des Gesetzes Dezember 2000
- stufenweise Bearbeitung und Umsetzung
 - Bestandsaufnahme (bis Dezember 2004)
 - Monitoringprogramme (bis Dezember 2006)
 - Bewirtschaftungsplan (bis Dezember 2009)
 - Umsetzung der Maßnahmen (bis Dezember 2012)
 - Fortschreibung (bis Dezember 2015)
 - Zielerreichung (bis Dezember 2015)
- Fortschreibung der Bestandsaufnahme (2013/2019)
- Fristverlängerung für Zielerreichung (2021/2027)

Grundlage für die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sind einheitlich abgegrenzte Betrachtungsräume. Für Europa lassen sich acht

Hauptdrainagesysteme abgrenzen, die sich an den Hauptwasserscheiden und Meeren Europas orientieren (vergl. Abb. 1).

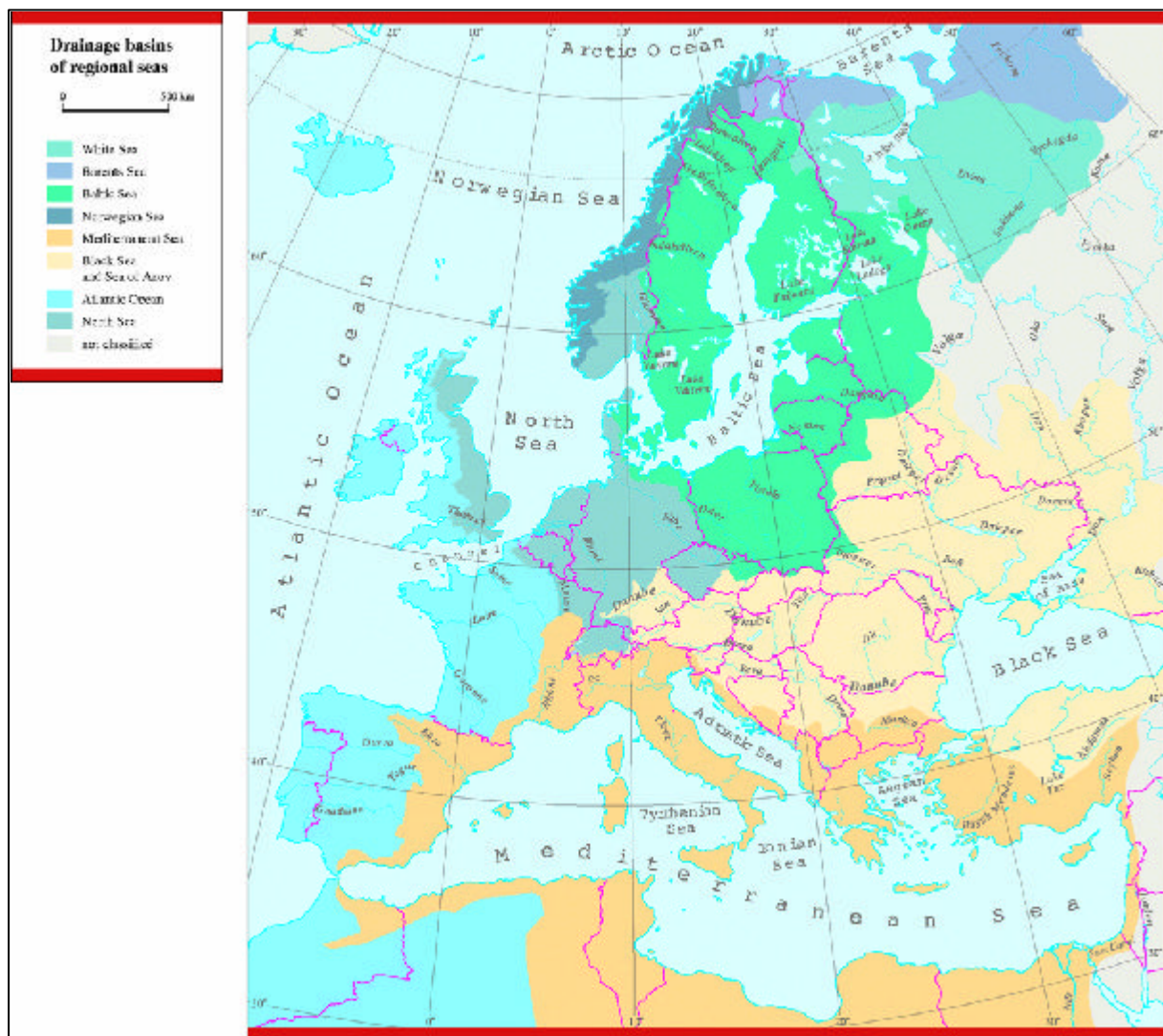


Abb. 1: Haupteinzugsgebiete Europas

Zur weiteren Unterteilung der Einzugsgebiete heißt es in Artikel 3 der Wasserrahmenrichtlinie unter dem Punkt Verwaltungsvereinbarungen innerhalb einer Flussgebietseinheit:

„(1) Die Mitgliedstaaten bestimmen die einzelnen Einzugsgebiete innerhalb ihres jeweiligen Hoheitsgebiets und ordnen sie für die Zwecke dieser Richtlinie jeweils einer Flussgebietseinheit zu. Kleine Einzugsgebiete können gegebenenfalls mit größeren Einzugsgebieten zusammengelegt werden oder mit benachbarten kleinen Einzugsgebieten eine Flussgebietseinheit bilden. Grundwässer, die nicht in vollem Umfang in

einem einzigen Einzugsgebiet liegen, werden genau bestimmt und der am nächsten gelegenen oder am besten geeigneten Flussgebietseinheit zugeordnet. Auch die Küstengewässer werden bestimmt und der bzw. den am nächsten gelegenen oder am besten geeigneten Flussgebietseinheit(en) zugeordnet.“

Und weiter unter Punkt 3:

„Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass ein Einzugsgebiet, das auf dem Hoheitsgebiet von mehr als einem Mitgliedstaat liegt, einer internationalen Flussgebietseinheit zugeordnet wird. Auf Antrag der betroffenen Mitgliedstaaten wird die Kommission tätig, um die Zuordnung zu derartigen internationalen Flussgebietseinheiten zu erleichtern.“

Mit dieser sehr vagen Formulierung wurde die Grundlage für unterschiedlich abgegrenzte Einzugsgebiete in der EU gelegt, denn es wird kein einheitliches System vorgeschlagen, nach dem die Bezugseinheiten abzugrenzen sind.

Hintergrund der Forderung Einzugsgebietseinheiten auszuweisen ist der Wunsch Gebiete zu schaffen, die sich relativ einfach quantitativ und qualitativ bewerten lassen. Darüber hinaus lassen sich konkrete Maßnahmen zum Schutz von Grund- und Oberflächenwasser besser umsetzen.

In Niedersachsen wurden die Grundwasserkörper nach den Isohypsen der HÜK 200 sowie nach dem Verlauf der großen Vorflutern abgegrenzt. Daraus ergeben sich die in Abbildung 2 dargestellten Grundwasserkörpergrenzen.

Die Abgrenzung der Grundwasserkörper nach der HÜK 200 zeigt teilweise erhebliche Abweichungen gegenüber großmaßstäbigeren Karten wie z.B. der HK 50, deren Erstellung für Niedersachsen jedoch erst in Vorbereitung ist.

Da der Berichtsmaßstab jedoch auch 1:200.000 beträgt, wird zwar in der Abgrenzung der Grundwasserkörper unscharf gearbeitet, durch den relativ groben Berichtsmaßstab wird dieses Problem jedoch wieder relativiert. Auf die unterschiedlichen Abgrenzungen wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch eingegangen.

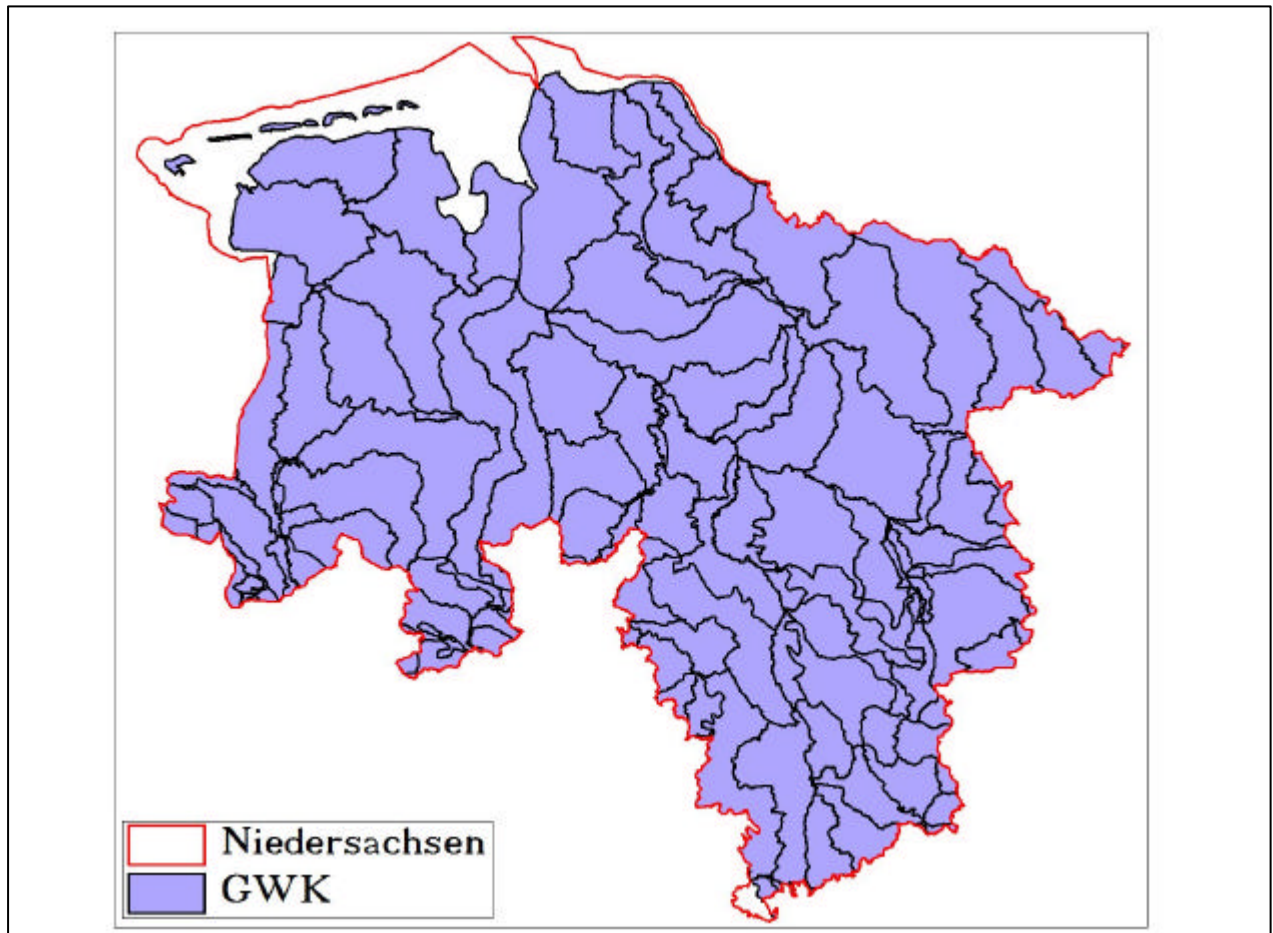


Abb. 2: Grenzen der Grundwasserkörper (GWK) in Niedersachsen, NLfB (2004)

Niedersachsen übernimmt insgesamt die federführende Bearbeitung von insgesamt 151 Grundwasserkörpern. Einige davon liegen zum großen Teil in den angrenzenden Nachbarbundesländern. Entsprechend der EU-WRRL war eine Einigung nötig, welches Bundesland die führende Bearbeitung eines Grundwasserkörpers übernimmt. Die Abgrenzung der Grundwasserkörper ist jedoch nur eine Grundlage für die Umsetzung der Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.

In den Grenzen der Einzugsgebiete lassen sich verschiedene Umweltziele definieren. Diese werden in Artikel 4 der EU-Wasserrahmenrichtlinie beschrieben:

„(1) In Bezug auf die Umsetzung der in den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete festgelegten Maßnahmenprogramme gilt folgendes:

...

b) bei Grundwasser

i) die Mitgliedstaaten führen, (...), die erforderlichen Maßnahmen durch, um die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern oder zu begrenzen und eine Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper zu verhindern;

ii) die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Grundwasserkörper und gewährleisten ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie (...) einen guten Zustand des Grundwassers zu erreichen;

iii) die Mitgliedstaaten führen die erforderlichen Maßnahmen durch, um alle signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umzukehren und so die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu reduzieren. (...)

Mit den Abschnitten i) und iii) werden sowohl die wissentliche, als auch die natürliche Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser untersagt.

Durch diese Ziele soll die qualitative Verschlechterung des Grundwassers verhindert werden.

Unter Punkt ii) wird ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung gefordert. Dieses Gleichgewicht soll in naher Zukunft erreicht werden. Für bereits überbeanspruchte Grundwasserkörper bedeutet das, dass die Neubildung in Zukunft größer sein muss als die Grundwasserentnahmen aus dem entsprechenden Grundwasserkörper.

Weiter heißt es unter Abschnitt 5:

„b) Die Mitgliedstaaten tragen Sorge dafür, dass

- (...)
- im Hinblick auf das Grundwasser unter Berücksichtigung der Auswirkungen, die infolge der Art der menschlichen Tätigkeiten oder der Verschmutzung nach vernünftigem Ermessen nicht hätten vermieden werden können, die geringst möglichen Veränderungen des guten Grundwasserzustands erfolgen.

c) Es erfolgt keine weitere Verschlechterung des Zustands des betreffenden Wasserkörpers.“

Weitergehende Informationen zum quantitativen Zustand des Grundwassers werden nicht getroffen. Aus den Abschnitten 5b) und 5c) lässt sich jedoch ein Verschlechterungsverbot ablesen. In Abschnitt 1b ii) wird nur von einem Gleichgewicht zwischen Entnahme und Neubildung gesprochen. Damit wäre einer Förderung bis zu einer Höhe der gesamten Grundwasserneubildung entsprochen.

In Artikel 8 wird auf die Überwachung des Zustands von Oberflächen- bzw. Grundwasser eingegangen. Wörtlich heißt es:

„(1) Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass Programme zur Überwachung des Zustands der Gewässer aufgestellt werden, damit ein zusammenhängender und umfassender Überblick über den Zustand der Gewässer in jeder Flussgebietseinheit gewonnen wird; dabei gilt folgendes:

- bei Oberflächengewässern umfassen diese Programme:
 - i. die Menge und den Wasserstand oder die Durchflussgeschwindigkeit, soweit sie für den ökologischen und chemischen Zustand und das ökologische Potenzial von Bedeutung sind, sowie
 - ii. den ökologischen und chemischen Zustand und das ökologische Potenzial;
- bei Grundwasserkörpern umfassen diese Programme die Überwachung des chemischen und des mengenmäßigen Zustands“

Damit werden in diesem Artikel Grund- und Oberflächenwasser als zwei getrennte Systeme dargestellt, die in keinerlei Zusammenhang stehen. Wie das Grundwasser nach Qualität und Quantität untersucht werden soll, wird auch hier den einzelnen Mitgliedstaaten überlassen.

Die Art der Untersuchungen wird in Anhang V Punkt 2.2 näher erläutert.

Auf Grundlage der von jedem Staat durchgeführten Erhebung zu Grund- und Oberflächenwasser sollen für jedes Einzugsgebiet Bewirtschaftungspläne aufgestellt werden, wie es in Artikel 13 gefordert wird:

„(1) Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass für jede Flussgebietseinheit, die vollständig in ihrem Hoheitsgebiet liegt, ein Bewirtschaftungsplan für die Einzugsgebiete erstellt wird.“

Die Bestandsaufnahme in der EU-WRRL

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie gibt im Bereich der Bestandsaufnahme konkrete Anweisung zum Vorgehen. Diese sind in Anhang II der EU-Wasserrahmenrichtlinie unter dem Punkt Grundwasser beschrieben. Dort heißt es bei Punkt 2.1 zur erstmaligen Beschreibung:

„Die Mitgliedstaaten nehmen eine erstmalige Beschreibung aller Grundwasserkörper vor, um zu beurteilen, inwieweit sie genutzt werden und wie hoch das Risiko ist, dass sie die Ziele für jeden einzelnen Grundwasserkörper gemäß Artikel 4 nicht erfüllen. Die Mitgliedstaaten können Grundwasserkörper zum Zweck dieser erstmaligen Beschreibung in Gruppen zusammenfassen. Für diese Analyse können vorhandene hydrologische, geologische, pedologische, Landnutzungs-, Einleitungs- und Entnahmedaten sowie sonstige Daten verwendet werden; aus der Analyse muss aber folgendes hervorgehen:

- Lage und Grenzen des Grundwasserkörpers bzw. der Grundwasserkörper;
- Belastungen, denen der/die Grundwasserkörper ausgesetzt sein kann/können, einschließlich
 - diffuse Schadstoffquellen,
 - punktuelle Schadstoffquellen,
 - Entnahme,
 - künstliche Anreicherung;
- die allgemeine Charakteristik der darüber liegenden Schichten des Einzugsgebiets, aus dem der Grundwasserkörper angereichert wird;
- Grundwasserkörper, bei denen direkt abhängige Oberflächengewässerökosysteme oder Landökosysteme vorhanden sind.“

Damit wird in genau definierten Grenzen eines Grundwasserkörpers bzw. in Grundwasserkörpergruppen eine Mengenbilanzierung durchgeführt, die ebenso die natürliche Neubildung wie auch Entnahmen und Einleitungen in das Grundwasser abbildet. In der erstmaligen Beschreibung wird auch auf den Zusammenhang zwischen Grund- und Oberflächenwasser bzw. grundwasserabhängigen Landökosystemen eingegangen.

In dieser erstmaligen Beschreibung werden die hydrogeologischen Daten zu allen Grundwasserkörpern erfasst. Dagegen werden in der weitergehenden Beschreibung, wie unter Punkt 2.2 im Anhang II der EU-WRRL gefordert, nur die potenziell gefährdeten Grundwasserkörper betrachtet:

„Im Anschluss an diese erstmalige Beschreibung nehmen die Mitgliedstaaten eine weitergehende Beschreibung derjenigen Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern vor, bei denen ein Risiko hinsichtlich der Zielrichtung ermittelt wurde, um das Ausmaß dieses Risikos genauer zu beurteilen und die Maßnahmen zu ermitteln, die nach Artikel 11 erforderlich sind. Dementsprechend muss diese Beschreibung einschlägige Informationen über die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und, soweit erforderlich, folgende Informationen enthalten:

- geologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich der Ausdehnung und des Typs der geologischen Einheiten;
- hydrogeologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich der hydraulischen Leitfähigkeit, der Hohlraumanteile und des Spannungszustandes;
- Merkmale der Deckschichten und Böden des Einzugsgebiets, aus dem der Grundwasserkörper neu gebildet wird, einschließlich der Mächtigkeit, Hohlraumanteile, hydraulischen Leitfähigkeit und Absorptionseigenschaften der Deckschichten und Böden;
- Stratifikationsmerkmale des Grundwassers innerhalb des Grundwasserkörpers;
- Bestandsaufnahme der mit dem Grundwasserkörper in Verbindung stehenden Oberflächengewässersysteme einschließlich der Landökosysteme und der

Wasserkörper von Oberflächengewässern, mit denen das Grundwasser dynamisch verbunden ist;

- Schätzungen der Strömungseinrichtungen und der Wasseraustauschraten zwischen dem Grundwasserkörper und den mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässersystemen;
- ausreichende Daten für die Berechnung der langfristigen mittleren jährlichen Grundwasserneubildung;
- (...)“

Mit diesen Punkten werden die natürlichen Charakteristika des Grundwasserkörpers erfasst. Sie sind Grundlage für eine genauere Betrachtung in der auch die anthropogenen Auswirkungen eine Rolle spielen. Wie die natürlichen Charakteristika durch die menschliche Nutzung verändert werden können, wird unter dem Punkt 2.3 „Prüfung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf das Grundwasser“ genauer untersucht:

„Bei Grundwasserkörpern, die sich über die Grenze zwischen zwei oder mehreren Mitgliedstaaten hinaus erstrecken oder bei denen die gemäß Randnummer 2.1 durchgeführte erste Beschreibung ergeben hat, dass sie die Ziele für Wasserkörper nach Artikel 4 möglicherweise nicht erfüllen, sind für jeden Wasserkörper folgende Informationen zu erfassen und bereitzuhalten, sofern sie relevant sind:

a) Lage von Stellen im Grundwasserkörper, denen Wasser entnommen wird, mit Ausnahme von

- Stellen, denen Wasser entnommen wird und die im Tagesdurchschnitt weniger als 10 m³ liefern, oder
- Stellen, denen Wasser für den menschlichen Gebrauch entnommen wird und die im Tagesdurchschnitt weniger als 10 m³ liefern oder weniger als 50 Personen versorgen;

b) mittlere jährliche Entnahme an diesen Stellen;

c) chemische Zusammensetzung des dem Grundwasserkörper entnommenen Wassers;

d) Lage der Stellen im Grundwasserkörper, an denen Wasser direkt eingeleitet wird;

- e) Einleitungsraten an diesen Stellen;
- f) chemische Zusammensetzung der Einleitungen in den Grundwasserkörper;
- g) Landnutzung im Einzugsgebiet oder in den Einzugsgebieten, aus dem bzw. denen der Grundwasserkörper angereichert wird, einschließlich Einleitungen von Schadstoffen und anthropogener Veränderungen der Anreicherungscharakteristika, wie Ableitung von Regenwasser und Abflüssen aufgrund der Bodenversiegelung, künstliche Anreicherung, Errichtung von Dämmen und Trockenlegung.“

Anhand dieser zusätzlichen Daten soll versucht werden die menschlichen Einflüsse quantitativ und qualitativ zu erfassen und sie zu bewerten. Im später zu entwickelnden Maßnahmenplan sind sie die sensiblen Punkte, an denen nachhaltige Veränderungen zur quantitativen und qualitativen Verbesserung des Grundwassers durchgeführt werden.

Artikel 8 der EU-Wasserrahmenrichtlinie geht auf die Überwachung des mengenmäßigen Zustands des Grundwassers ein. In Anhang V zur EU-WRRL wird diese Überwachung unter Punkt 2.2 präzisiert. Die Überwachung soll anhand eines Grundwasserspiegelnetzes durchgeführt werden. Das Netz soll so dimensioniert werden, dass eine zuverlässige Beurteilung des mengenmäßigen Zustands des Grundwasserkörpers oder der Grundwasserkörper möglich ist. Darüber hinaus soll eine Beurteilung der verfügbaren Grundwasserressource möglich sein.

Zur Dichte und Verteilung der Messstellen des Überwachungsnetzes heißt es in Kapitel 2.2.2 von Anhang V:

„Das Netz umfasst ausreichend repräsentative Überwachungsstellen für die Abschätzung des Grundwasserspiegels in jedem Grundwasserkörper oder in jeder Gruppe von Grundwasserkörpern unter Berücksichtigung kurz- und langfristiger Schwankungen der Anreicherung; insbesondere ist

- bei Grundwasserkörpern, bei denen den Untersuchungen zufolge die Gefahr besteht, dass sie die in Artikel 4 genannten Umweltziele nicht erreichen, eine ausreichende Dichte der Überwachungsstellen zu gewährleisten, um die Aus-

wirkung von Entnahmen und Einleitungen auf den Grundwasserspiegel beurteilen zu können;

- bei Grundwasserkörpern, bei denen das Grundwasser über die Grenze eines Mitgliedstaats hinausreicht, eine ausreichende Zahl von Überwachungsstellen zur Verfügung zu stellen, um Fließrichtung und -rate des über die Grenze des Mitgliedstaats hinausreichenden Grundwassers beurteilen zu können.“

Damit sind die Grundlagen für ein effektives Überwachungsnetz gelegt. Waren Messstellen bisher eher nach dem Zufallsprinzip eingerichtet worden bzw. nach hydrogeologischen Besonderheiten oder im Rahmen von Wasserrechtsanträgen, so ist es nun möglich mit einem den Anforderungen der EU-WRRL entsprechenden Netz Aussagen über einen Grundwasserkörper zu treffen und diesen hinsichtlich seiner nutzbaren Ressource zu bewerten.

Die Forderung, dass eine ausreichende Dichte der Überwachungsstellen gewährleistet sein muss, ist jedoch auch gleichzeitig die Schwachstelle des Systems, denn welche Dichte als ausreichend angesehen wird ist nicht definiert. Hydrogeologisch gesehen ist eine größere Dichte von Messstellen sicherlich begrüßenswert, in Zeiten leerer Staatskassen ist eine eher geringere Dichte der Messstellen jedoch wahrscheinlicher.

Auch zur Frequenz der Überwachung, häufig in Form von Stichtagsmessungen durchgeführt, macht die EU-WRRL unter Punkt 2.2.3 in Anhang V eine Aussage: „Die Häufigkeit der Beobachtungen muss die Abschätzung des mengenmäßigen Zustands jedes Grundwasserkörpers oder jeder Gruppe von Grundwasserkörpern unter Berücksichtigung kurz- und langfristiger Schwankungen der Anreicherung ermöglichen. (...)“

Auch diese Formulierung ist eher unglücklich getroffen, da sie viel Interpretationsspielraum lässt. So kann diese Formulierung bedeuten, dass eine jährliche Messung ausreichend ist, aus hydrogeologischer Sicht sind mehrere Messungen jedoch empfehlenswert.

Punkt 2.2.5 in Anhang V geht noch auf die Markierung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper ein. Der mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers soll in den zu erstellenden Karten folgendermaßen farblich gekennzeichnet werden:

Gut: grün

Schlecht: rot.

Hier weicht Niedersachsen etwas ab. Der schlechte mengenmäßige Zustand eines Grundwasserkörpers wird nach Willen des Umweltministeriums mit blau gekennzeichnet. Hiermit wird der Anschein geweckt, dass es keine gefährdeten Grundwasserkörper in Niedersachsen gibt.

Die Bestandsaufnahme als Grundlage für das Monitoring

Die Bestandsaufnahme unterteilt sich in eine erstmalige und eine weitergehende Beschreibung der Grundwasserkörper.

In der erstmaligen Beschreibung sollen die einzelnen Mitgliedstaaten die folgenden Aussagen über die von ihnen abgegrenzten Einzugsgebiete treffen können:

- Lage und Grenzen der Grundwasserkörper sollen bekannt sein
- Belastungen (quantitativ wie qualitativ) sollen herausgearbeitet werden
- Geologie und Hydrogeologie sollten bekannt sein
- Grundwasserkörper mit Einfluss auf Oberflächengewässer sollen genannt werden

Grundlage für alle weiteren Arbeiten war die korrekte Abgrenzung der Grundwasserkörper. Diese wurde in Niedersachsen auf Grundlage der Hydrogeologisch Übersichtskarte 1:200.000 durchgeführt. Für die meisten Grundwasserkörper konnte darüber hinaus auch eine Unterteilung nach links und rechts des Hauptvorfluters vorgenommen werden. Da an der Festsetzung der Grenzen der Grundwasserkörper in Niedersachsen neben dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLFb) auch das Ministerium für Umwelt (MU) und die ehemaligen Bezirksregierungen (BR Lüneburg, BR Braunschweig, BR Weser-Ems und BR Hannover) beteiligt

waren zog sich der Prozess der Grenzfindung über mehr als zwei Jahre hin. Der fachliche Kompromiss der dabei entstand weicht meines Erachtens erheblich von den Grenzen einer genaueren Karte im Maßstab 1:50.000 ab. Es muss allerdings erwähnt werden, dass eine Hydrogeologische Karte im Maßstab 1:50.000 derzeit nicht flächendeckend für Niedersachsen vorliegt. Die Bearbeitung hat im Jahr 2005 im NLfB begonnen.

Die abgegrenzten Grundwasserkörper sind Grundlage für eine einfache Mengenbilanzierung. Es ist möglich die Grundwasserneubildung auf den gesamten Grundwasserkörper aufzusummieren und die derzeit genehmigten Entnahmen bzw. die aktuellen Entnahmemengen gegenüber zu stellen. Daraus ergibt sich ein Ausnutzungsgrad, der in Niedersachsen bei den tatsächlichen Entnahmemengen auf bis zu 50 % ansteigt.

Die folgende Seite zeigt beispielhaft eine Seite der erstmaligen Beschreibung für den Grundwasserkörper „4_2501 Untere Weser/Hunte“. Alle in der EU-WRRL geforderten Daten werden hier auf einer Tabellenseite wiedergegeben.



EG-WRRL Bericht 2005

Flussgebiet: Weser

Koordinierungsraum: Weser-Fluss

Betrachtungsraum: Untere Weser/Hunte



Grundwasserkörper 4_2501
Flussgebiet Weser
Betrachtungsraum NI06 Untere Weser/Hunte
Geologie 01207, 01520
Name Untere Weser Lockergestein rechts
EZG 49, 94

Fläche NI
[km²] 1.412
[%] 100

Schutzwirkung der Deckschichten NI
günstig [%] 5
mittel [%] 2
ungünstig/unbekannt [%] 93

Landnutzung NI
Acker [%] 25
Grünland [%] 51
Siedlungsfläche [%] 8
sonstige Vegetation [%] 1
Wald [%] 10
Wasserfläche [%] 2
Feuchtfäche [%] 3
Sonderkulturen [%] 0

Punktquellen NI
Flächenbilanz [%] EB 13,32
Flächenbilanz [%] WB 16,90
Klassifikation guter Zustand

Diffuse Quellen NI
Immission [mg NO₃/l] 44
Emission WB [kg N/ha*a] 82
pot. Nitratkonzentrat. [mg NO₃/l] 60
Klassifikation intensiver zu unter-
suchen

Grundwassermenge NI
Grundwasserneubildung [m³/a] 164.533.200
Entnahmerecht [m³/a] 50.709.550
Öff. Wasserversorgung [m³/a] 46.922.000
Brauchw./Beregnung [m³/a] 3.787.550
genehmigter Entnahmeanteil [%] 31
tats. Entnahmemenge [m³/a] 30.955.639
tatsächlicher Entnahmeanteil [%] 19
Klassifikation guter Zustand

Ergebnis der Bestandsaufnahme	Punktquellen	Diffuse Quellen	Menge
intensiver zu untersuchen	-	ja	-

Das Monitoring - Grundlagen für die Maßnahmen

Nach Artikel 8, Abschnitt 1 der EU-Wasserrahmenrichtlinie sollen nach Abschluss der Bestandsaufnahme Programme „... zur Überwachung des Zustands der Gewässer aufgestellt werden, damit ein zusammenhängender und umfassender Überblick über den Zustand der Gewässer in jeder Flussgebietseinheit gewonnen wird.“

Im Bereich Grundwasser sollen diese Programme den chemischen und mengenmäßigen Zustand überwachen.

Eine Grundlage für das Monitoring ist eine genaue Kenntnis des aktuellen mengenmäßigen Zustands. Der mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers setzt sich wiederum aus verschiedenen Faktoren zusammen. Ein positives Bilanzglied ist zum Beispiel die Grundwasserneubildung, während die aktuellen Entnahmen für Trinkwasser, Industrie und die Feldberegnung ein negatives Bilanzglied darstellen. Diese Punkte sind jedoch nur die wichtigsten Faktoren. Ferner haben Einfluss auf den Zustand des Grundwasserkörpers: Hydrogeologie, Hydraulik sowie Klimatische Wasserbilanz, Vegetation, Böden und Landnutzung als Einflussfaktoren auf die Grundwasserneubildung. Messungen an Oberflächenpegeln in den Vorflutern geben darüber hinaus einen Einblick in das Abflussverhalten bei länger anhaltenden Trockenperioden. Diese haben wiederum einen Einfluss auf die sensiblen Bereiche wie z.B. die grundwasserabhängigen Landökosysteme innerhalb eines Einzugsgebietes.

Diese Faktoren werden in dem im folgenden Kapitel beschriebenen Verfahren zur Abschätzung des nutzbaren Grundwasserdargebots und der anschließenden Sensitivitätsanalyse berücksichtigt.

Verfahren Nutzbares Dargebot

Theoretisch gesehen ist die Ermittlung des nutzbaren Dargebots relativ einfach. Wie in Abbildung 3 dargestellt kann man sich dem nutzbaren Dargebot über Schätzverfahren nähern. Über die Grundwasserneubildung abzüglich des Mindestabflusses in den Vorflutern und einem ökologisch begründeten Anteil z.B. für grundwasserabhängige Ökosysteme kann das verfügbare Grundwasser bestimmt werden.

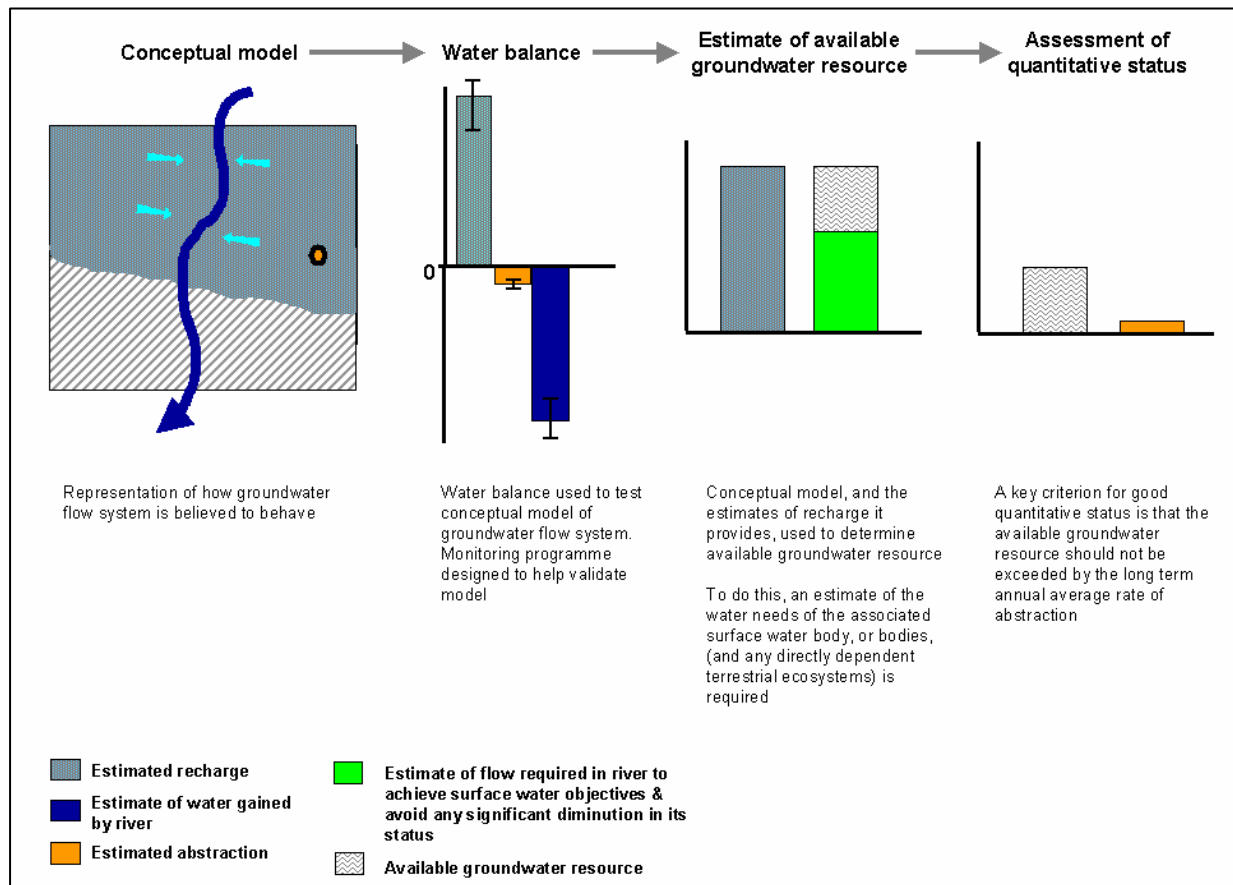


Abb. 3: Schätzung der verfügbaren Grundwassermenge, Littlejohn, C. et al. (2002)

Abbildung 4 zeigt anschließend, ob der Grundwasserkörper einen guten oder schlechten Zustand hat. Dazu wird das nutzbare Grundwasserdargebot der Entnahmemenge gegenübergestellt. Es ergibt sich die folgende Klassifikation:

guter Status: Nutzbares Dargebot > Entnahmemenge

schlechter Status: Nutzbares Dargebot < Entnahmemenge

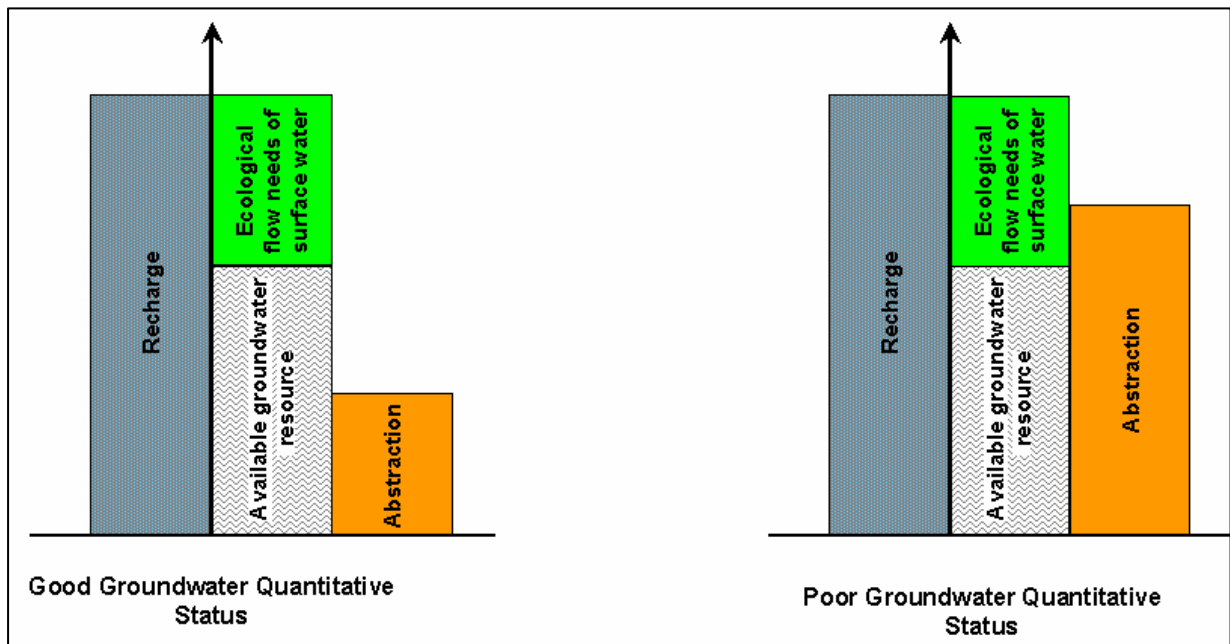


Abb. 4: Guter und schlechter quantitativer Zustand des Grundwassers, Littlejohn, C. et al. (2002)

Vor dieser relativ einfachen Gegenüberstellung muss jedoch geklärt werden wie groß das nutzbare Grundwasserdargebot ist. Im Folgenden wird ein Verfahren beschrieben, dass sich der Ermittlung dieses nutzbaren Grundwasserdargebots widmet.

Das Verfahren nach NLfB wurde im Jahr 2004 im Rahmen eines Auftrages vom Ministerium für Umwelt in Niedersachsen entwickelt.

Anhand dieses Verfahrens soll das nutzbare Dargebot für einzelne Grundwasserkörper ermittelt werden. Das Verfahren untergliedert sich dabei in zwei Teile. Im ersten Teil wird die grundsätzliche Sicherung der Wasserversorgung unter Berücksichtigung der grundwasserabhängigen Landökosysteme berechnet.

Der zweite Teil berechnet die Sicherung der Wasserversorgung in extremen Trockenperioden unter Berücksichtigung geogener Faktoren.

Der schematische Ablauf ist in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt. Auf der linken Seite der Abbildung werden die zur Berechnung notwendigen Daten aufgeführt und auf der rechten Seite die Methoden, mit denen die Daten verknüpft werden.

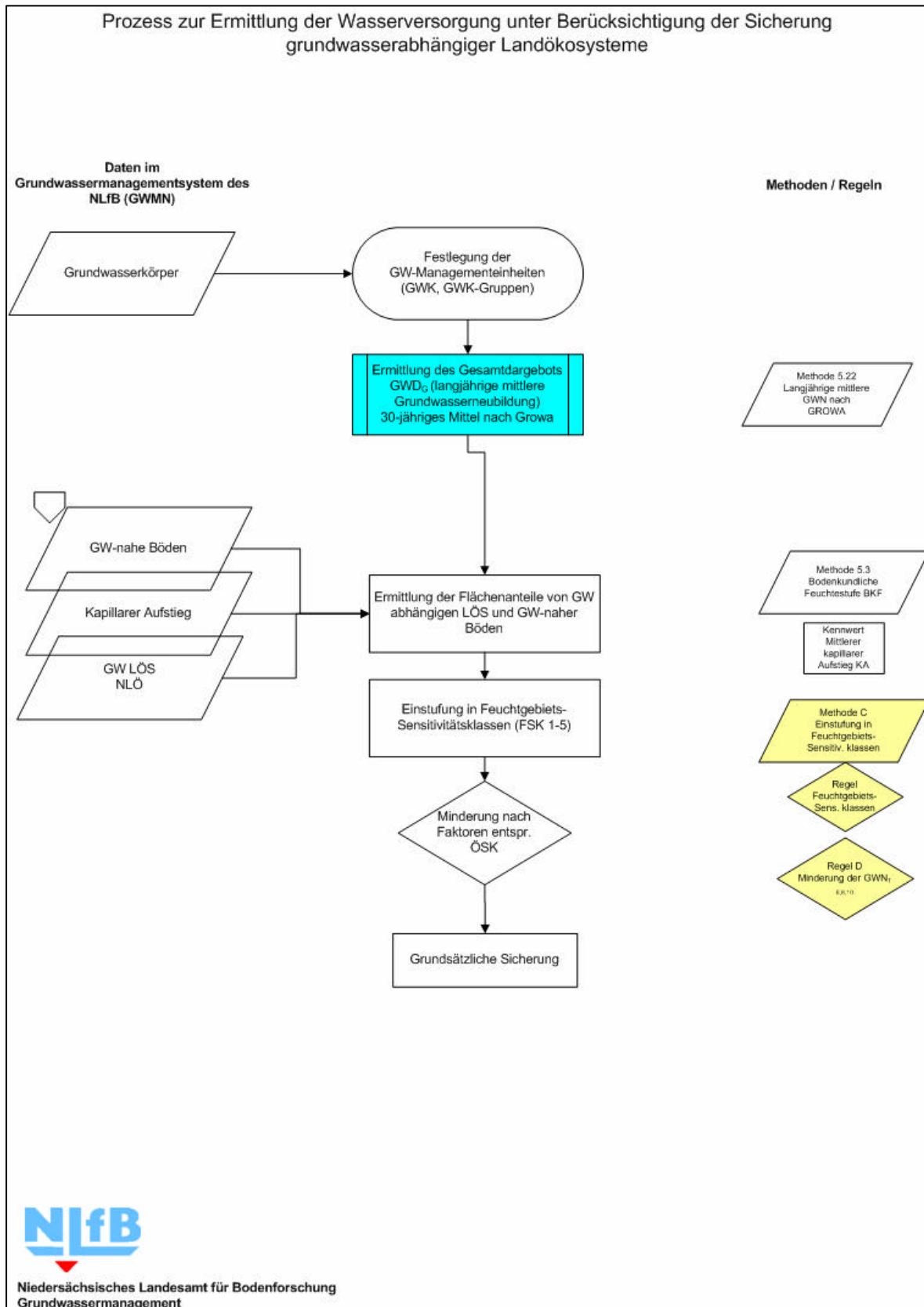


Abb. 5: Schema des Verfahrens Nutzbares Dargebot, Teil 1, Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004)

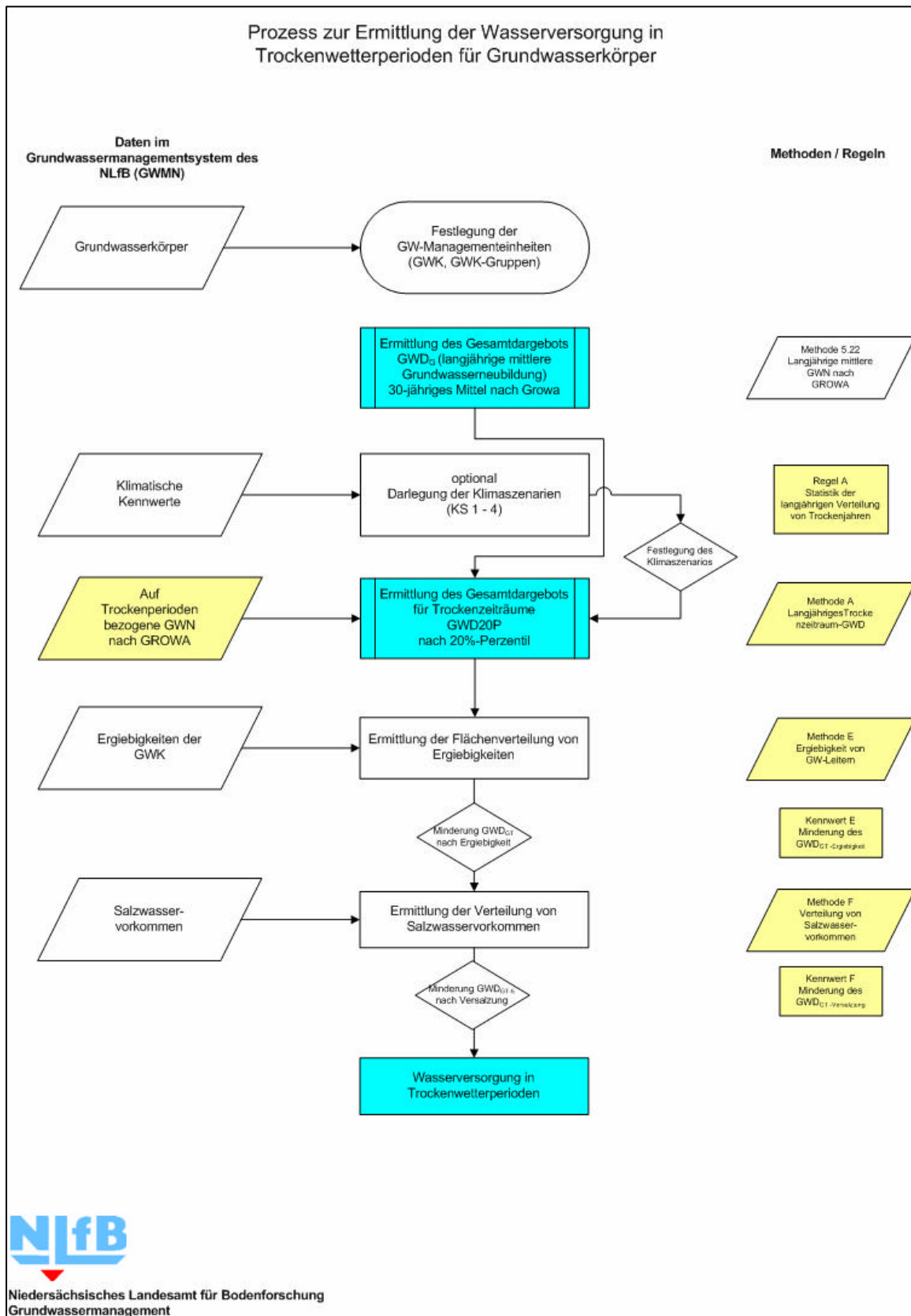


Abb. 6: Schema des Verfahrens Nutzbares Dargebot, Teil 2, Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004)

Grundlage für die Berechnungen sind zum einen die Flächen der Grundwasserkörper und zum anderen die Grundwasserneubildung. Die Grundwasserkörper wurden in Zusammenarbeit mit dem NLfB, dem Umweltministerium und den ehemaligen Bezirksregierungen auf Grundlage der Hydrogeologischen Übersichtskarte im Maßstab 1:200.000 (HÜK 200) abgegrenzt. Weitere Hinweise auf die Vorgehensweise zur Abgrenzung der Grundwasserkörper finden sich im Kapitel „Die Bestandsaufnahme als Grundlage für das Monitoring“, Seite 26 f. Die Grundwasserneubildung als Gesamtdargebot ergibt sich aus dem Verfahren Growa, welches im NLfB in das Methoden Management System (MeMaS) integriert ist.

Growa wurde am Forschungszentrum Jülich entwickelt. Mit Growa ist es möglich flächendifferenziert die Grundwasserneubildungsrate in einer Rasterauflösung von 100 m zu bestimmen. Grundlage für die Berechnung ist das 30-jährige Mittel der Niederschlagsreihe 1961 – 1990. Neben den klimatischen Daten wie Sommer- und Winterniederschlag und der Verdunstung, gehen auch Daten zur Geologie, der Bodenbedeckung, bodenphysikalischen Eigenschaften und der Topographie ein (vergl. Abbildung 84, Seite 187). Die berechneten Abflusshöhen wurden an 63 Einzugsgebieten mit einer Gebietsgröße zwischen 30 und 3000 km² in ganz Niedersachsen validiert. Growa liegt für Niedersachsen flächendeckend und digital vor. Darüber hinaus wird Growa auch in anderen Bundesländern (z.B. NRW) und Einzugsgebieten (z.B. dem der Elbe) verwendet.

Der Gesamtabflusshöhe berechnet sich nach der realen Verdunstungshöhe nach Renger und Wessolek (1996). Die Formel lautet hierfür vereinfacht:

$$A_u = N_j - V$$

Der Abfluss (A_u) setzt sich aus dem Jahresniederschlag (N_j) und der Verdunstung (V) zusammen.

Der Verdunstung (V) lässt sich für grundwasserferne, ebene und unversiegelte Flächen berechnen. Die Formel lautet:

$$V = a \cdot N_{wi} + b \cdot N_{so} + c \cdot \log(W_{pfl}) + d \cdot ET_{pot} + e$$

Dabei lassen sich die Grundwassernähe über $V_{mod} = ET_{pot}$, der Korrekturfaktor für die Hangneigung über $V_{mod} = \left[(1,605 \cdot 10^{-2} \cdot \sin(a - 90) - 2,5 \cdot 10^{-4}) \cdot j + 1 \right] \cdot V_{Renger}$ und der Versiegelungsgrad über $V_{mod} = f \cdot G + V_{Renger}$ bestimmen. Hierbei gilt a = Hangexposition

gegenüber Nord in Grad, j = mittlere Hangneigung in Grad und als Koeffizienten für die Ausgleichsgrade die folgenden Werte:

	f	V_{Renger}
Sommer	-2,44	305,77
Winter	-0,86	104,88
Jahr	-3,45	421,69

Zur Berechnung des ersten Teils des Verfahrens werden die Flächen der grundwassernahen Böden sowie die Menge des kapillaren Aufstiegs im Grundwasserkörper benötigt. Aus diesen beiden Eingangsgrößen werden der Flächenanteil der grundwassernahen Böden an der Fläche des Gesamtgrundwasserkörpers und der Anteil des kapillaren Aufstiegs am Gesamtdargebot berechnet.

Diese ermittelten Anteile werden über Tabelle 1 in ein Verhältnis zueinander gesetzt. Über diese Kreuztabelle werden ökologische Sensitivitätsklassen ermittelt, denen Minderungsfaktoren zugewiesen werden. So entspricht die geringste Sensitivitätsklasse 5 einem Minderungsfaktor von 50 % und die Klasse 1 mit der höchsten Sensitivität einem Minderungsfaktor von 90 %.

	Kapillarer Aufstieg (als Anteil am Gesamtdargebot) [%]					
Anteil gw-naher Böden an Grundwasserkörper [%]	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	> 50
0 - 20	ÖSK5	ÖSK5	ÖSK4	ÖSK4	ÖSK3	ÖSK2
20 - 40	ÖSK5	ÖSK4	ÖSK4	ÖSK3	ÖSK2	ÖSK2
40 - 60	ÖSK4	ÖSK4	ÖSK3	ÖSK2	ÖSK2	ÖSK1
60 - 80	ÖSK4	ÖSK3	ÖSK2	ÖSK2	ÖSK1	ÖSK1
Einstufung in ökologische Sensitivitätsklassen (ÖSK):						
Minderungsfaktor [%]	ÖSK					
50	5					
60	4					
70	3					
80	2					
90	1					

Tab. 1: Kreuztabelle zur Ermittlung der ökologischen Sensitivitätsklasse ÖSK, NLfB 2004

Grundlage des zweiten Teils ist die Berechnung eines Klimaszenarios. Das gewählte Verfahren berechnet das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume nach dem 20 %-Perzentil. Dieses charakterisiert die fünf trockensten Jahre der Gesamtzeitreihe. Bezugsbasis ist das 30jährige Mittel des Gesamtdargebots. Aus diesem Klimafaktor ergeben sich relativ hohe Abschläge.

In einem weiteren Schritt wird dieses Gesamtdargebot der Trockenzeiträume noch einmal um geogen beschränkende Faktoren gemindert. Grundlage für die zu berechnenden Minderungsfaktoren sind die Karten der Ergiebigkeit im Maßstab 1:200.000 und die Karte der Versalzungsgefährdung - ebenfalls im Maßstab 1:200.000 - welche beide im NLfB vorliegen.

Als erstes wird der Flächenanteil der Ergiebigkeitsklasse 3 an der Gesamtfläche des GWK berechnet. Das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume wird anschließend entsprechend des berechneten Flächenanteils um 20 % gemindert. Die Formel lautet:

Flächenanteil der Ergiebigkeitsklasse 3 * (Gesamtdargebot der Trockenzeiträume / 100) * 0,2

In zwei weiteren Schritten verfährt man ebenso mit den Flächen der teilweisen und der vollständigen Versalzung. Dabei beträgt der Abschlag für Flächen mit teilweiser Versalzung 50 % und für Flächen mit vollständiger Versalzung 100 %.

Flächenanteil der Salwasservorkommen (Klasse 2) * (Gesamtdargebot der Trockenzeiträume / 100) * 0,5

bzw.

Flächenanteil der Salwasservorkommen (Klasse 1) * (Gesamtdargebot der Trockenzeiträume / 100)

Über diese drei Schritte wird demnach das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume entsprechend den natürlichen Gegebenheiten gemindert. Als Ergebnis erhält man das nutzbare Dargebot der Trockenzeiträume. Dieses entspricht dem zur Sicherung der Wasserversorgung in extremen Trockenzeiten notwendigen Wasserdargebot.

Das Verfahren setzt sich wie beschrieben aus zwei Teilaspekten zusammen, zum einen in die Ermittlung eines Dargebots zur Sicherung der Wasserversorgung in extremen Trockenperioden unter Berücksichtigung geogener Faktoren, zum anderen in die Berechnung der grundsätzlichen Sicherung der Wasserversorgung unter Berücksichtigung ökologischer Faktoren. Die zwei Teilverfahren sind in Tabelle 2 in farblich markiert:

Ermittlung des Nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern	Grundwasserkörper	
Bezeichnung	101	102
Bezeichnung neu	1_01	1_02
Name	Beispiel 1	Beispiel 2
Flächengröße des Grundwasserkörpers [km²]	500	1000
Gesamtdargebot (langj. 30j. Mittel) [Mio. m³]	25	100
Gesamtdargebot Trockenzeiträume 20% Perzentil [Mio. m³]	20	50
Fläche Ergiebigkeitsklasse 3 [km²]	50	100
Flächenanteil Ergiebigkeitsklasse 3 [%]	10	10
Minderung Ergiebigkeit [20%]	0	1
Zwischenergebnis GWDG20P - Ergiebigkeitsabschlag	19,6	49,0
Fläche Versalzung vollständig (Klasse 1) [km²]	0	100
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 1) [%]	0	10
Minderung Versalzung Klasse 1	0	5
Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse1-Abschlag	19,6	44,0
Fläche Versalzung teilweise (Klasse 2) [km²]	20	50
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 2) [%]	4	5
Minderung Versalzung Klasse 2	0	1
Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse2-Abschlag	19,2	42,8
Gewinnbares GWD-W [Mio. m³]	19,2	42,8
Wasserversorgung in Trockenwetterperioden [Mio. m³] nach Gesamtdargebot der Trockenzeiträume (Zeile 9)	19,2	42,8
Fläche gw-nahe Böden [km²]	80,00	100,00
Flächenanteile Grundwassernahe Böden [%]	16	10
Kapillarer Aufstieg [Mio. m³]	5,0	10,0
Anteil Kapillarer Aufstieg am Gesamtdargebot [%]	20,0	10,0
ökologische Sensitivitätsklasse ÖSK	4	5
ÖSK-Minderungsfaktor [%]	60	50
Grundsätzliche Sicherung [Mio. m³] (nach Zeile 6) zur Erhaltung gw-abhängiger Landökosysteme	15	50
Freigabe zur Förderung	10	50

Tab. 2: Ermittlung des nutzbaren Dargebots – ein Beispiel, eigene Darstellung

Damit lassen sich zwei Nutzungsansprüche miteinander verbinden, die in Konkurrenz zueinander stehen:

In Zeiten normaler Niederschlagsverteilungen hat der Naturschutz Vorrang vor der Sicherung der Wasserversorgung, ausgedrückt durch die hohen Abschlüsse in den ökologischen Sensitivitätsklassen.

Während längerer Trockenperioden hat dagegen die Sicherung der Wasserversorgung Vorrang. Der Naturschutz muss hinter die Versorgung mit Trinkwasser zurücktreten. Das Eintreten der Trockenperiode wird durch das deutlich geringere Grundwasserdargebot charakterisiert.

Mit diesem Ansatz ist es möglich die Ansprüche von Naturschutz und Wasserversorgern in einem System zusammenzufassen.

Da nach EU-WRRL ein Verschlechterungsverbot gegenüber dem aktuellen Zustand gegeben ist, darf das mögliche zusätzliche Entnahmerecht in der Summe nicht negativ werden. Im Zweifel ist die bisher genehmigte Entnahmemenge auch die zukünftige Entnahmemenge. Umgekehrt kann es jedoch sein, dass bei gegebenen geologischen und ökologischen Faktoren einer Ausweitung der Entnahmerechte nichts im Weg steht. Ein Beispiel für die Ermittlung des nutzbaren Dargebots ist in Tabelle 2 dargestellt. Grundlage für alle Berechnungen sind die zuvor schon erwähnten Grundwasserkörper, deren Abgrenzung auf Grundlage der EU-WRRL durchgeführt wurde.

Das beschriebene Verfahren dient als Grundlage für die nachfolgende weitergehende, genauere Betrachtung der Grundwasserkörper mit ihren oberirdischen Teileinzugsgebieten und Einzugsgebieten von Wasserwerken. Wie in Abbildung 7 dargestellt, erfolgt eine Prüfung der Auswirkungen mit einer Festlegung des weiteren Vorgehens. Dies wird als neues Verfahren im nächsten Kapitel beschrieben.

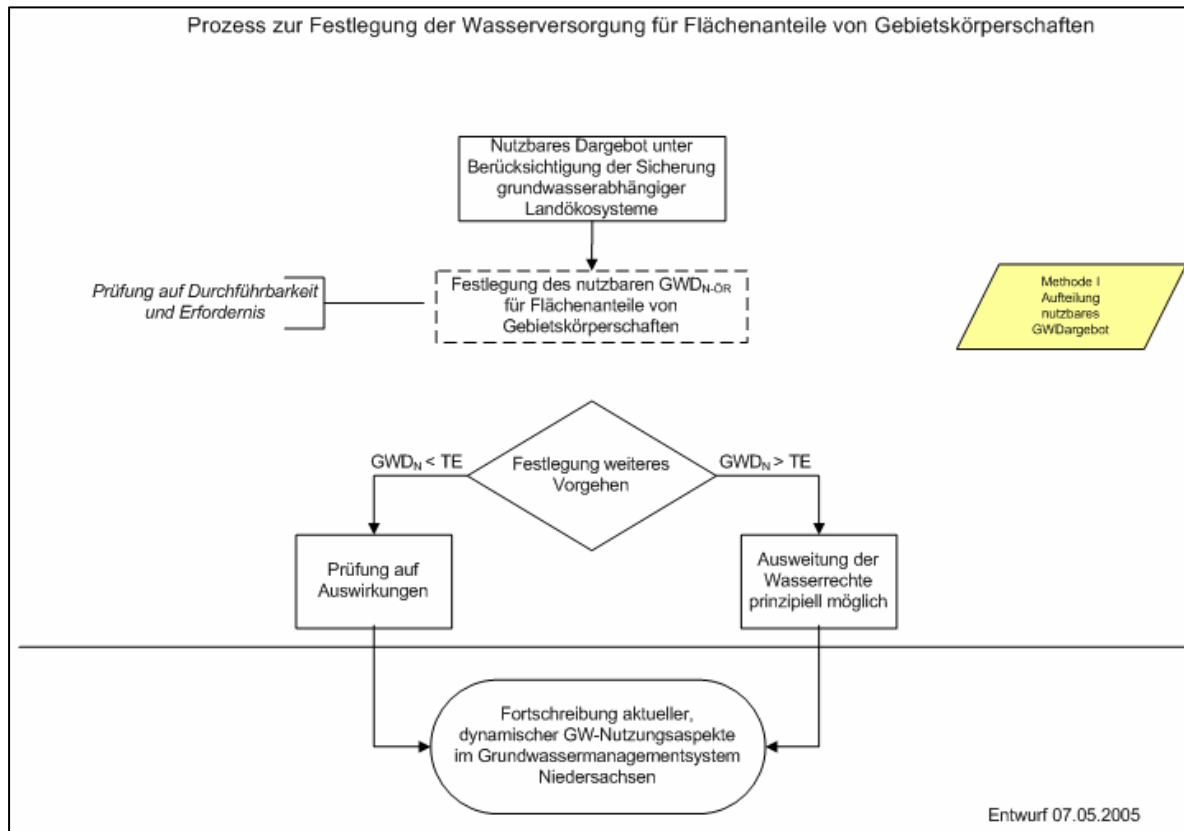


Abb. 7: Festlegung weiteres Vorgehen und Prüfung der Auswirkungen Dörhöfer, Müller & Schlüter (2004)

Sensitivitätsanalyse der Grundwasserkörper

Methodenbeschreibung

Die Entwicklung der Sensitivitätsanalyse ist meines Erachtens eine wichtige Grundlage für Maßnahmen die gemäß EU-WRRL durchgeführt werden sollen um die Ziele der Nachhaltigkeit zu erreichen. Im Folgenden wird beschrieben, wie stark die einzelnen Grundwasserkörper bzw. die Vorfluter im jeweiligen Grundwasserkörper auf Grundwasserentnahmen reagieren könnten. Nur wenn diese Teilabschnitte der Fließgewässer bekannt sind, können auch Maßnahmen durchgeführt werden, die zu einer Verbesserung von Quantität und Qualität in Grund- und Oberflächenwasser führen.

Schritt 1 - Einzugsgebietsanalyse

Der erste Schritt ist die Durchführung einer Einzugsgebiets-Analyse. In ihr werden die natürlichen Gegebenheiten beschrieben. Dazu zählen neben der Abgrenzung des Untersuchungsgebietes eine kurze Darstellung von Geologie und Hydrogeologie. Diese kurzen Erläuterungen sind zunächst frei von einer Wertung. Diese wird erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt. Der Einfluss von Geologie und Hydrogeologie auf das Strömungsverhalten des Grundwassers ist das Ziel dieser ersten Beschreibung.

Darüber hinaus hat auch der Boden einen hohen Stellenwert. Er ist zum einen über die Substrateigenschaften für die Grundwasserneubildung verantwortlich. Denn je höher der Grobporenanteil, desto schneller und mehr Niederschlagswasser kann in den tieferen Untergrund infiltrieren. Sind jedoch kleinere Poren oder ein hoher Tonanteil im Boden vorhanden, kann das Wasser nicht so schnell infiltrieren und fließt entweder als Direktabfluss oder als Zwischenwasserabfluss dem nächsten Vorfluter zu. Zum anderen stehen Boden und Vegetation in einer Abhängigkeit. Auf nährstoffarmen Podsolen etwa werden hauptsächlich Nadelbäume wachsen. Ist der Boden jedoch teilweise vergleht, können sich auch Feuchtbiootope entwickeln.

Die Landschaften in Deutschland sind weitestgehend anthropogen beeinflusst, aus diesem Grund wird auch noch die aktuelle Nutzung erläutert.

Ein wichtiger Faktor, der bisher außer Acht gelassen wurde, ist das Klima. Niederschlag, Temperatur und Verdunstung bilden ein typisches Klima aus. Diese Einzel-faktoren werden ebenfalls in der Einzugsgebiets-Analyse beschrieben, denn sie haben einen Einfluss auf den Bewuchs und die Bodenentwicklung.

Schritt 2 – Grundwasserkörper-Analyse

Im zweiten Schritt folgt eine Grundwasserkörper-Analyse. Hier werden zunächst die weniger veränderlichen Sachverhalte wiedergegeben. In der Grundwasserkörper-Analyse werden die Grundwasserkörper nach der Anzahl ihrer Stockwerke, den Mächtigkeiten und der Porosität unterschieden. Diese Faktoren haben einen Einfluss auf die Förderbedingungen, die in einer Karte der Entnahmebedingungen dargestellt werden.

Darüber hinaus wird das Gewässernetz analysiert. Die Dichte des Gewässernetzes zeigt auch die potentiell sensitiven Bereiche auf, die durch zu hohe Entnahmemengen geschädigt werden könnten. Hierbei werden die Einzugsgebiete nach den Hauptvorflutern und den kleineren Bächen unterschieden.

Sowohl für den unterirdischen, als auch für den oberirdischen Betrachtungsraum wird anschließend das Messstelleninventar ausgewertet. Dazu zählen Lage und Verteilung der Messstellen im jeweiligen Betrachtungsraum sowie der Verlauf der Ganglinien. Die Ganglinien werden nach steigenden, fallenden und stationären Trends klassifiziert, sofern die entsprechende Zeitreihe länger als 30 Jahre zurück reicht. Abschließend werden die wasserwirtschaftlich relevanten Baumaßnahmen erläutert. Diese haben ebenfalls einen Einfluss auf die sensitiven Gewässerabschnitte. Es wird jedoch in der weiteren Betrachtung davon ausgegangen, dass diese Bereiche nicht weiter zu schädigen sind, da sie schon anthropogen verändert wurden.

Schritt 3 – Wasserhaushalts-Analyse

In einem dritten Schritt wird eine Wasserhaushalts-Analyse durchgeführt, die die schnell veränderlichen, dynamischen Faktoren erläutert. Dazu zählen die Grundwas-

serneubildung, die Dynamik des Grundwassers inklusive des Flurabstandes sowie die Entnahmen aus dem Untergrund und der Abfluss über die Vorfluter.

Diese Faktoren sind schnell veränderlich und haben einen direkten Einfluss aufeinander. Mit der Änderung eines Faktors ändern sich auch die anderen. Geht z.B. die Neubildungsmenge zurück, so verändert sich die Dynamik des Grundwassers aufgrund des fehlenden hydraulischen Drucks und der Flurabstand vergrößert sich eventuell. Darüber hinaus wird weniger Wasser über den Vorfluter abströmen, da der Direktabfluss gemindert wird, auch längerfristig kann die Speisung der Vorfluter aus dem Grundwasserkörper zurückgehen.

Als Besonderheit wird in diesem Kapitel auch ein Vergleich der Grundwasserneubildungsverfahren nach Dörhöfer und Josopait und dem Verfahren nach Growa durchgeführt.

Schritt 4 – Sensitivitätsanalyse

Im vierten Schritt wird das nutzbare Grundwasserdargebot ermittelt. Die Ermittlung unterteilt sich wiederum in vier Teilschritte. Zunächst wird eine virtuelle Basisabfluss-Analyse durchgeführt.

Die virtuelle Basis-Abflussanalyse ist ähnlich einem hydrologischen Längsschnitt durch ein Fließgewässer. Sie zeigt hier jedoch an, wie groß die Zuflüsse aus den kleineren Flusseinzugsgebieten sind und in welchen Bereichen aufgrund geringer Zuflüsse mit einem „Trockenfallen“ der Vorfluter zu rechnen ist. Grundlage hierfür ist der Hauptvorfluter, der in Teilabschnitte von der Quelle bis zur Mündung eingeteilt wird. An diese Teilabschnitte werden die jeweiligen zukommenden / einmündenden kleineren Vorfluter quantitativ angehängt. Es werden also die aufsitzenden Fließgewässer nach ihrer Menge auf den Gewässerabschnitt des Hauptvorfluters aufgetragen. Dies kann zum einen als Einzelbetrachtung für jeden einzelnen einmündenden Vorfluter durchgeführt werden, die Mengen können zum anderen jedoch auch aufsummiert werden. Diese Darstellung ist z.B. aus dem Fließgewässerquerschnitt des Rheins bekannt. Im Idealfall stimmen die so aufsummierten Werte an der Mündung des Hauptvorfluters mit den dort gemessenen Werten überein. Das liegt an folgendem Hintergrund: Die verwendete Grundwasserneubildung entspricht zumindest im Verfahren Growa dem Basisabfluss, also dem Teil, der langfristig die Vorfluter aus

dem Grundwasser speist. Dieser Basisabfluss oder auch Mindestabfluss kann mit dem mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ)-Wert an den Pegeln verglichen werden, da auch sie das langfristige aus dem Grundwasserkörper abfließende Niedrigwasser anzeigen. Bei einem Vergleich der so berechneten Daten muss jedoch darauf geachtet werden, dass sich die berechneten Werte ebenso auf den Pegel beziehen, wie die gemessenen Werte. Auch die Wahl der Zeitreihe der gemessenen Werte muss der Grundwasserneubildung entsprechen.

Auffällig an der Darstellung des virtuellen Basisabflusses ist, dass sich die beeinträchtigten Gebiete hauptsächlich im Oberlauf des Hauptvorfluters befinden. Dies liegt daran, dass dort eine geringere Grundwassermenge zur Verfügung steht.

Um die Gebiete herauszuheben, die auch abseits der Quellgebiete gefährdet sein könnten, wurden in einem weiteren Teilschritt die sensitiven Fließgewässerabschnitte noch einmal gesondert ermittelt.

Zur Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte werden die folgenden Eingangsdaten benötigt: Gewässernetz, Hangneigung, Flächen des kapillaren Aufstiegs und die Landnutzung.

Es werden folgende Verschneidungsschritte in einem Geographischen Informationssystem durchgeführt:

1. Das Gewässersystem wird mit den Flächen des kapillaren Aufstiegs verschnitten. Diese Flächen zeigen eine gewisse ökologische Sensitivität hinsichtlich des Bewuchses auf. Es wird davon ausgegangen, dass in diesen Gebieten Vegetation vorkommt, die grundwasserabhängig ist und auf Grundwasserspiegel-Schwankungen empfindlich reagieren würde.
2. Anschließend werden die verbliebenen Fließgewässerabschnitte mit der Landnutzung (hier aus dem Corine-Datensatz) verschnitten. Dabei werden nur die Flächen berücksichtigt, die von ihrer Nutzung halbwegs natürlichen Ursprungs sind. Die folgenden Gebiete wurden nicht berücksichtigt: Städtisch geprägte Flächen, Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen, Abbauf Flächen und Deponien, städtische Grünflächen und Freizeitanlagen, Felsflächen sowie in den Gezeitenzonen liegende Flächen und Meeresgewässer. Hintergrund ist es die Gebiete auszuklammern, die schon anthropogen verändert sind und damit

nicht mehr sensitiv gegenüber Veränderungen sind oder die keinen Einfluss auf Flora und Fauna haben. Ein Vorfluter im Bereich eines Gewerbegebietes wurde mit großer Wahrscheinlichkeit schon anthropogen verändert und ist somit schon geschädigt.

3. Abschließend wurden die daraus resultierenden Fließgewässerabschnitte mit der Hangneigung verschnitten. Es wurden jedoch nur solche Flächen verwendet, die eine Hangneigung größer 1° wiedergeben. Diese sollen die Bereiche anzeigen, in denen es zu einem Abfluss kommt. Stehende Gewässer werden somit ausgeklammert. Damit fallen zwar auch eventuell gefährdete Seen aus der Betrachtung, man hat aber den positiven Effekt, dass in den Vorflutern die Bereiche entfallen, die durch Wehre oder Talsperren aufgestaut sind.

Die verbliebenen Gewässerabschnitte repräsentieren die Abschnitte die 1. fließen, 2. noch nicht anthropogen verändert sind, also sich in einem halbwegs natürlichen Zustand befinden und 3. in denen ökologisch sensitive Flora vorkommt. Wobei mit ökologisch sensibler Flora grundwasserabhängige Landökosysteme gemeint sind. Das Ergebnis lässt sich in einer Karte der sensitiven Fließgewässerabschnitte darstellen.

In einem dritten Teilschritt wurde der landschaftsnotwendige Mindestwasserabfluss bestimmt. Dieser Ansatz geht auf Arbeiten aus der ehemaligen DDR zurück. Dort wurde grob mit einem Mindestwasserabfluss von $1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ gearbeitet, der nicht unterschritten werden durfte. Es sollte also bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von ca. 300 – 400 mm noch rund ein Drittel in den Vorflutern verbleiben.

Diese Berechnung wurde im hier beschriebenen Verfahren für die Teileinzugsgebiete der Flüsse durchgeführt. Dabei wurde von der im entsprechenden Teileinzugsgebiet gebildeten Grundwasserneubildung $1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ abgezogen. Zusätzlich kann man auch noch die im entsprechenden Gebiet geförderte Grundwassermenge abziehen. Das Ergebnis lässt sich in Flächenfarben für die einzelnen Teileinzugsgebiete darstellen.

Im anschließenden Teilschritt wird das nutzbare Grundwasserdargebot festgelegt. Dabei werden alle zuvor beschriebenen Teilaspekte noch einmal kurz zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Fließgewässer und Vegetation klassifiziert.

Schritt 5 – Zusammenfassung und Darstellung der Ergebnisse

Der letzte Punkt ist die endgültige Zusammenfassung mit einer Darstellung und Bewertung des Ergebnisses hinsichtlich der räumlichen Auswirkungen. So werden die zuvor genannten Faktoren in ihrer räumlichen Auswirkung untersucht und mit den aktuellen Einzugsgebieten der Wasserwerke verglichen. Kann davon ausgegangen werden, dass sich die Auswirkungen durch die Grundwasserentnahmen nur auf weniger gefährdete Gebiete beschränken, so ist eventuell einer Ausweitung der Entnahmemengen bzw. der Entnahmerechte zuzustimmen. Dabei können die einzelnen bestehenden Wasserwerke benannt und einzeln angesprochen werden.

Das Ergebnis ist eine fünfstufige Skala mit den folgenden Klassen:

Sehr hohe Sensitivität	-	Einschränkung der Entnahmemenge
Hohe Sensitivität	-	Einschränkung des Entnahmerechts
Mittlere Sensitivität	-	Keine Veränderungen
Geringe Sensitivität	-	Ausweitung der Entnahmemenge
Sehr geringe Sensitivität	-	Ausweitung des Entnahmerechts

Anwendung der neuen Methode

Nach der Entwicklung der Methode soll diese auch praktisch an zwei Untersuchungsgebieten überprüft und angewandt werden. Dazu wurden die Einzugsgebiete der Ilmenau und der Ise im östlichen Niedersachsen ausgewählt. Dies hatte zwei Gründe. Zum einen kommt es hier zu einem relativ hohen Nutzungskonflikt zwischen Landwirtschaft und Naturschutz bei relativ geringen Niederschlägen und damit einer verminderten Grundwasserneubildung und zum anderen ist die Datengrundlage in den beiden Gebieten recht unterschiedlich. Im Einzugsgebiet der Ise wurde Zeitgleich mit der Entwicklung der neuen Methode eine Untersuchung des Wasserhaushalts durch das Büro HGN GmbH vorgenommen. Der Auftrag zu dieser Arbeit kam von der Bezirksregierung Braunschweig. Dadurch waren hier schon umfangreiche Daten zu den natürlichen Gegebenheiten vorhanden. Dagegen war die Datenlage im Bereich der Ilmenau eher schlecht. Flächendeckende Daten lagen hier nur in einem sehr kleinen Maßstab oder gar nicht vor. Damit konnte das Verfahren an unterschiedlichen Datengrundlagen erprobt werden, was für die spätere Umsetzung des Modells auf ganz Niedersachsen hilfreich sein könnte.

Gebiet Ise

Ermittlung des nutzbaren Dargebots

Nach dem Verfahren Nutzbares Dargebot wird im Folgenden die nutzbare Grundwassermenge sowohl für die allgemeine Wasserversorgung während normaler Klimazeiträume, als auch die zur Sicherung der Wasserversorgung in Trockenzeiträumen berechnet. Das Untersuchungsgebiet Ise unterteilt sich in zwei Grundwasserkörper, die das Untersuchungsgebiet abbilden. Zum einen in den Grundwasserkörper rechts der Ise mit der Nummer 4_2103 und zum anderen in den Grundwasserkörper links der Ise mit der Nummer 4_2104. Diese werden getrennt berechnet.

Ermittlung des Nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern	Grundwasserkörper	
Bezeichnung	703	704
Bezeichnung neu	4_2103	4_2104
Name	Ise Lockergestein rechts	Ise Lockergestein links
Flächengröße des Grundwasserkörpers [km ²]	214,10	527,29
Gesamtdargebot (langj. 30j. Mittel) [Mio. m³]	31,3	66,0
Gesamtdargebot Trockenzeiträume 20% Perzentil [Mio. m³]	17,3	16,7
Fläche Ergiebigkeitsklasse 3 [km ²]	18,65	11,39
Flächenanteil Ergiebigkeitsklasse 3 [%]	9	2
Minderung Ergiebigkeit [20%]	0	0
<i>Zwischenergebnis GWDG20P - Ergiebigkeitsabschlag</i>	<i>17,0</i>	<i>16,6</i>
Fläche Versalzung vollständig (Klasse 1) [km ²]	0,00	0,00
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 1) [%]	0	0
Minderung Versalzung Klasse 1	0	0
<i>Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse1-Abschlag</i>	<i>17,0</i>	<i>16,6</i>
Fläche Versalzung teilweise (Klasse 2) [km ²]	0,00	1,81
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 2) [%]	0	0
Minderung Versalzung Klasse 2	0	0
<i>Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse2-Abschlag</i>	<i>17,0</i>	<i>16,6</i>
Gewinnbares GWD-W [Mio. m³]	17,0	16,6
Wasserversorgung in Trockenwetterperioden [Mio. m³] nach Gesamtdargebot der Trockenzeiträume (Zeile 9)	17,0	16,6
Fläche gw-nahe Böden [km ²]	47,00	98,00
Flächenanteile Grundwassernahe Böden [%]	22	19
Kapillarer Aufstieg [Mio. m ³]	2,1	5,3
Anteil Kapillarer Aufstieg am Gesamtdargebot	6,7	8,1
ökologische Sensitivitätsklasse ÖSK	5	5
ÖSK-Minderungsfaktor [%]	50	50
Grundsätzliche Sicherung [Mio. m³] (nach Zeile 6) zur Erhaltung gw-abhängiger Landökosysteme	15,63	33,01
Freigabe zur Förderung	15,63	33,01

Tab. 3: Ermittlung des nutzbaren Dargebot, Gebiet Ise, eigene Darstellung (2005)

Wie aus der farblichen Unterscheidung von Tabelle 3 hervorgeht, bezieht sich die Berechnung der normalen Entnahmemenge auf das Gesamtdargebot des 30jährigen Mittels (blaue Markierung), während sich die Entnahmemenge zur Sicherung der Wasserversorgung in Trockenwetterperioden auf das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume, berechnet nach dem 20%-Perzentil, bezieht (gelbe Markierung).

Aus dem prozentualen Anteil der Fläche der grundwassernahen Böden und dem Anteil des kapillaren Aufstiegs an der Gesamtfläche des Grundwasserkörpers lässt sich mit Hilfe von Tabelle 1 die ökologische Sensitivitätsklasse und somit auch der Abschlag auf das Gesamtdargebot des 30jährigen Mittels feststellen. Es ergeben sich 15,63 Mio. m³ für den Grundwasserkörper Ise - rechts und 33,01 Mio. m³ für den Grundwasserkörper Ise - links.

Ein gleich hoher Anteil wird zur Sicherung der Landökosysteme zurückgehalten.

In Trockenperioden bezieht sich die Berechnung des nutzbaren Dargebots auf das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume. Es wird also die Grundwasserneubildung der fünf trockensten Jahre verwendet. Die Verwendung des Gesamtdargebots der Trockenzeiträume nach dem 20%-Perzentil reduziert die Grundwasserneubildung schon erheblich, um aber auch die geogenen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen, werden auch Abschläge für Versalzung und Entnahmebedingungen berücksichtigt. Es ergeben sich für den Grundwasserkörper rechts der Ise 17 Mio. m³ und für den Grundwasserkörper links der Ise 16,6 Mio. m³ als nutzbares Dargebot. Am Beispiel des Grundwasserkörpers links der Ise erkennt man deutlich, dass das Entnahmerecht in Trockenperioden deutlich auf 50 % des normalen Entnahmerechts reduziert wurde.

Vorteil der hier gezeigten Darstellung ist, dass man in normalen Klimaperioden vorweisen kann, den Naturschutz genügend berücksichtigt zu haben.

Der Naturschutz muss jedoch in Zeiten der Wasserknappheit hinter der Wasserversorgung zurücktreten. Zu diesen Zeiten wird es keine grundsätzliche Sicherung zur Erhaltung grundwasserabhängiger Landökosysteme geben.

Welche Auswirkungen die Entnahmen auf die Fließgewässer haben, wird im zweiten Teil der hier beschriebenen Methode verdeutlicht.

Ermittlung der sensitiven Fließgewässerabschnitte

Anhand der Untersuchungsgebiete Ise und Ilmenau soll das am NLF erarbeitete Konzept vorgestellt werden. Nach einer kurzen Gebietsbeschreibung nach morphologischen, klimatischen und geologischen Faktoren in einer Einzugsgebiets-Analyse folgen die drei Hauptpunkte Grundwasserkörper-Analyse, Wasserhaushaltsanalyse und die Ermittlung des nutzbaren Dargebots.

Die Grundwasserkörper-Analyse soll hauptsächlich die statischen bzw. nur sehr langsam veränderlichen Eigenschaften der Grundwasserkörper aufzeigen. Es werden Abgrenzungen der Grundwasserkörper und der einzelnen Schichten erläutert.

Die Wasserhaushaltsanalyse soll dagegen die dynamischen Eigenschaften des Grundwasserkörpers genauer erläutern. Es werden die relativ schnell veränderlichen Punkte genannt und beschrieben. Dazu zählen die Auswertung von Ganglinien, die Erstellung von Abflussanalysen sowie eine Auswertung von Grundwasserneubildung und Grundwasserentnahmen. Alle aufgenommenen Daten sind Grundlage für die Sensitivitätsanalyse, die anschließend durchgeführt wird.

Im letzten Teil, der eigentlichen Sensitivitätsanalyse, wird zunächst versucht über Basisabfluss-Analyse und GIS -Auswertung auf die sensitiven Fließgewässerabschnitte aufmerksam zu machen. Wichtig ist in diesem Bereich auch die Betrachtung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses. Er zeigt an, wie viel Wasser mindestens im Vorfluter verbleiben muss, damit Flora und Fauna nicht geschädigt werden. Basisabfluss-Analyse, die Bestimmung der sensitiven Fließgewässerabschnitte und die Betrachtung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses gehen in die abschließende Bewertung des Grundwasserkörpers ein.

Einzugsgebiets-Analyse

Lage des Untersuchungsgebietes

Nach dem Landschaftsrahmenplan Landkreis Gifhorn gehört das nördlich der Aller-niederung liegende Kreisgebiet zur naturräumlichen Region „Lüneburger Heide“. Es besteht vorwiegend aus altdiluvialen Geestplatten. Der nordwestliche Teil des Landkreises Gifhorn ist dabei der Untereinheit „Hohe Heide“ zugehörig, dessen Höhenzü-

ge die Wasserscheide zwischen Elbe und Weser bilden und in ihren Randbereichen einige Quellgebiete aufweisen. Die südlich anschließende „Südheide“ im Bereich Wahrenholz bis etwa zum Elbe-Seitenkanal wird von breiten Schmelzwasserrinnen durchzogen, in denen Nieder- und Hochmoore größere Flächen einnehmen und zahlreiche kleine Flüsse und Bäche verlaufen. Etwa ab dem Elbe-Seitenkanal bis an die Ostgrenze des Landkreises liegt die „Ostheide“. Sie besteht wie die „Hohe Heide“ aus Höhenzügen, an dessen Randgebieten Quellregionen für kleinere Fließgewässer liegen.

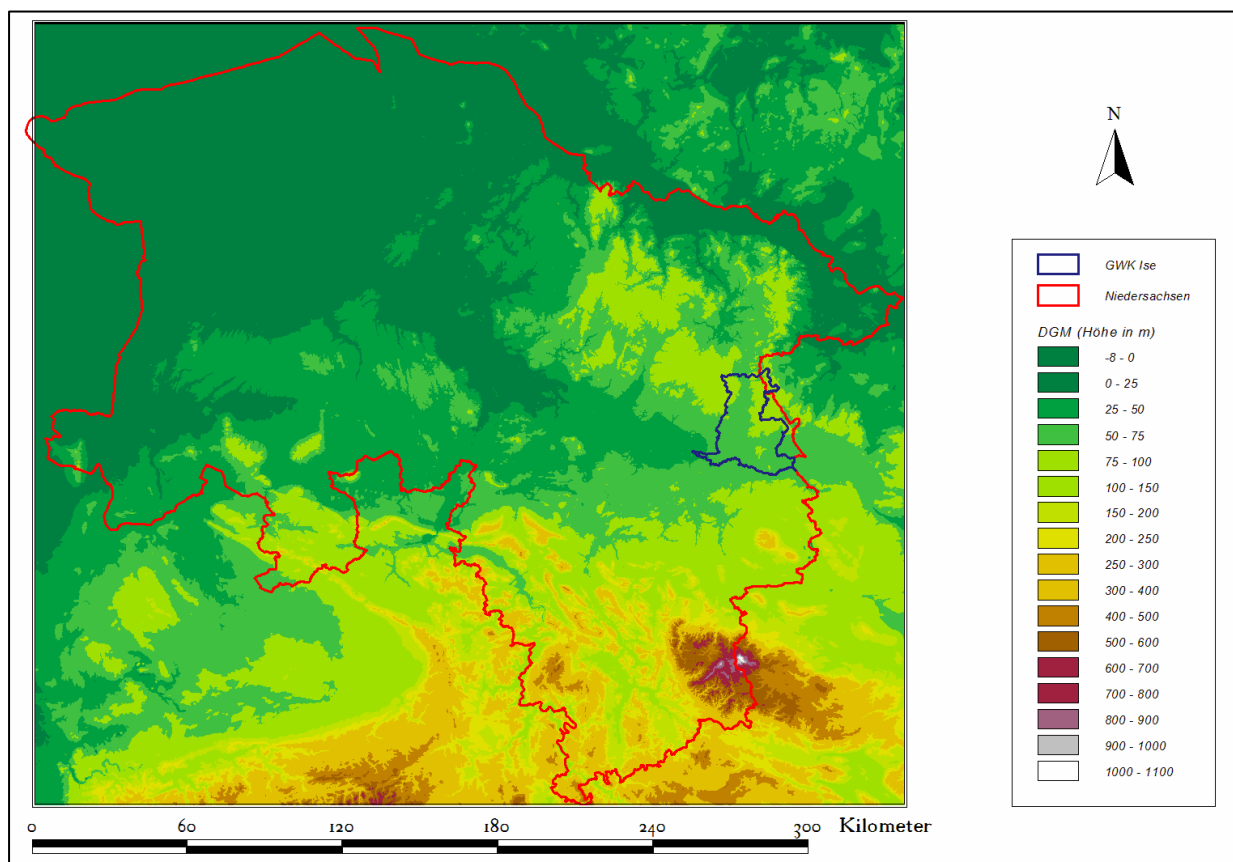


Abb. 8: Lage des Untersuchungsgebietes Ise, eigene Darstellung (2005)

Das Relief ist flachwellig, im Bereich der Höhenzüge auch stärker bewegt. Der Bereich um die Ise-Niederung liegt im Höhenbereich 50 bis 75 m ü NN, die östlich gelegene „Ostheide“ und nordwestlich gelegene „Hohe Heide“ liegen in Höhenbereichen zwischen 75 bis 100 m ü NN bzw. 100 bis 150 m ü NN.

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist durch die Westwindlage maritim geprägt. Während im Sommer nach den Westwinden die nordwestlichen Winde am häufigs-

ten sind, nehmen im Winter südwestliche Winde die zweite Stellung ein. Die Temperatur liegt im Jahresmittel im nördlichen Teil des Landkreises Gifhorn bei etwa 8,9 °C. Während der Vegetationsperiode (Mai bis Juli) liegt die Temperatur bei etwa 14 °C. Die mittlere Jahrestemperaturschwankung liegt bei 17 °C und nimmt von West nach Ost mit steigender Kontinentalität zu. Die Niederschläge sind im Vergleich zu den angrenzenden Naturräumen relativ gering und liegen im Untersuchungsgebiet bei etwa 650 mm/Jahr. Die niederschlagreichsten Zeiten sind die Monate Juli und August sowie im Winter die Monate Dezember und Januar.

Die Vegetation des Landkreises Gifhorn ist fast überall von anthropogenen Einflüssen, wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Siedlung, Verkehr und Wasserwirtschaft geprägt.

Im Untersuchungsbereich sind drei Landschaftseinheiten maßgeblich:

Ise-Tallandschaft: Die Landschaftseinheit beginnt im Norden zwischen Hankensbüttel und Wittingen als Teil der breit angelegten Ise-Schmelzwasserrinne umgeben von den Geestflächen von Süd- und Ostheide. Die Einheit wird auf ihrer ganzen Länge von der Ise durchflossen und reicht im Süden bis zum Gifhorner Schlosssee. Eingebettet in die Ise-Tallandschaften sind die hochmoorgeprägten Bereiche der Landschaftseinheit des Großen Moores. Auf höheren Lagen von lehmigen Sanden liegen die Ortschaften Gifhorn, Knesebeck, Vorhop und Schönewörde. Hier ist die Ackernutzung vorherrschend. Weiträumige Grünland- und Nadelforstgebiete sind auf den niedermoor- und gleygeprägten Flächen vertreten.

Großes Moor: Das Große Moor liegt in einer Senke des weit ausladenden Tals der Ise. Dieses Hochmoor ist etwa 3 bis 4 km breit und 15 km lang. Die Nutzung schwankt kleinräumig zwischen Ackerbau und Sukzessionsflächen.

Süd- und Ostheider Sandgebiet: Diese größte Landschaftseinheit beinhaltet die durch glazifluviatile Ablagerungen und durch Grundmoränen geprägten Teile der Naturräume „Ostheide“, „Südheide“ und „Hohe Heide“. Für das Süd- und Ostheider Sandgebiet sind die weiträumigen Wald- und Ackerflächen charakteristisch. In weiten Teilen wird die landwirtschaftliche Produktivität durch Feldberegnung gesteigert.

Geologie des Untersuchungsgebietes

Der Untersuchungsraum liegt auf dem südlichen Landrücken der morphologischen Großeinheit Geest des norddeutschen Tieflandes. Die hier das Tertiär überlagernden Gesteine entstanden in der Saale- und Weichsel- Eiszeit sowie im nachfolgenden Holozän. Während der Saale-Eiszeit entstanden im Gebiet in Folge des Gletscherabschmelzens Grundmoränen (Geschiebemergel, der später z. T. zu Geschiebelehm verwitterte). Diese wurden beim Rückzug der Gletscher mit Sand und Kies aus Schmelzwässern überdeckt, welche dem südlich gelegenen Aller-Urstromtal zuflossen. In der darauf folgenden Weichsel-Eiszeit drangen die Gletscher nur bis zur Elbe vor. Das Untersuchungsgebiet war zu dieser Zeit von einem vegetationslosen Tundrenklima geprägt und es entstanden Flugsandfelder und Dünen.

Der geologische Aufbau des Untergrundes im Gebiet nördlich und westlich der Ortslagen von Wahrenholz und Betzhorn ergibt demnach im Wesentlichen ein einheitliches Bild (siehe Abb. 28 im Anhang). Über dem Tertiärton lagert eine im Durchschnitt 45 bis 50 m mächtige Folge vorwiegend sandig ausgebildeter quartärer Lockersedimente, die von Geschiebemergel überlagert werden, dessen Mächtigkeit zwischen 2 und 18 m schwankt. Darüber folgen bis zur Geländeoberfläche wiederum sandige Sedimente unterschiedlicher Mächtigkeit. Die sandigen Schichten dienen als Grundwasserleiter, der undurchlässige Tertiärton an der Basis der Quartärschichten bildet einen durchgängigen Grundwasserstauer. Der gering durchlässige tonig-schluffige Geschiebemergel gliedert die quartären Sande nochmals in einen oberen freien und einen unteren zumeist gespannten Aquifer.

Boden des Untersuchungsgebietes

Im Bereich des Landkreises Gifhorn kommen überwiegend Podsole/ Podsol-Regosole aus trockenen nährstoffarmen Sanden sowie Pseudogley-Braunerden aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm sowie Podsol-Braunerden vor. Als Bewuchs ist an diesen Standorten hauptsächlich Nadelwald vorzufinden.

In den Niederungen vergleyt der Boden teilweise. Hier können Gleye und Pseudogleye (Großes Moor) vorgefunden werden (vergl. Abb. 29 im Anhang). In den Übergangsbereichen zu bewaldeten Flächen hin liegen Podsol-Pseudogleye vor. Im

nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes wechseln die Böden in den Niederungen zu Gleyen mit vereinzelter Niedermoorauflage. In den etwas höher gelegenen Bereichen finden sich Parabraunerden.

Klima

Klimageographisch befindet sich der Bereich des Landkreises Gifhorn in einer Wechselzone des westlichen Atlantikklimas, vorherrschend im Sommerhalbjahr, und des östlichen Kontinentalklimas, vorherrschend im Winterhalbjahr.

Niederschlag

Der langjährige mittlere Niederschlag im Bereich Gifhorn wird mit rd. 617 mm angegeben. Zur Auswertung von Niederschlägen wurden Daten der meteorologischen Station Braunschweig - Völkenrode, einer Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD), herangezogen. Anhand der Daten dieser Station kann auf eine Jahresreihe über einen Zeitraum von 40 Jahren (1961 - 2001) zurückgegriffen werden. Die Summen der monatlichen Niederschläge sind in Abbildung 9 grafisch dargestellt.

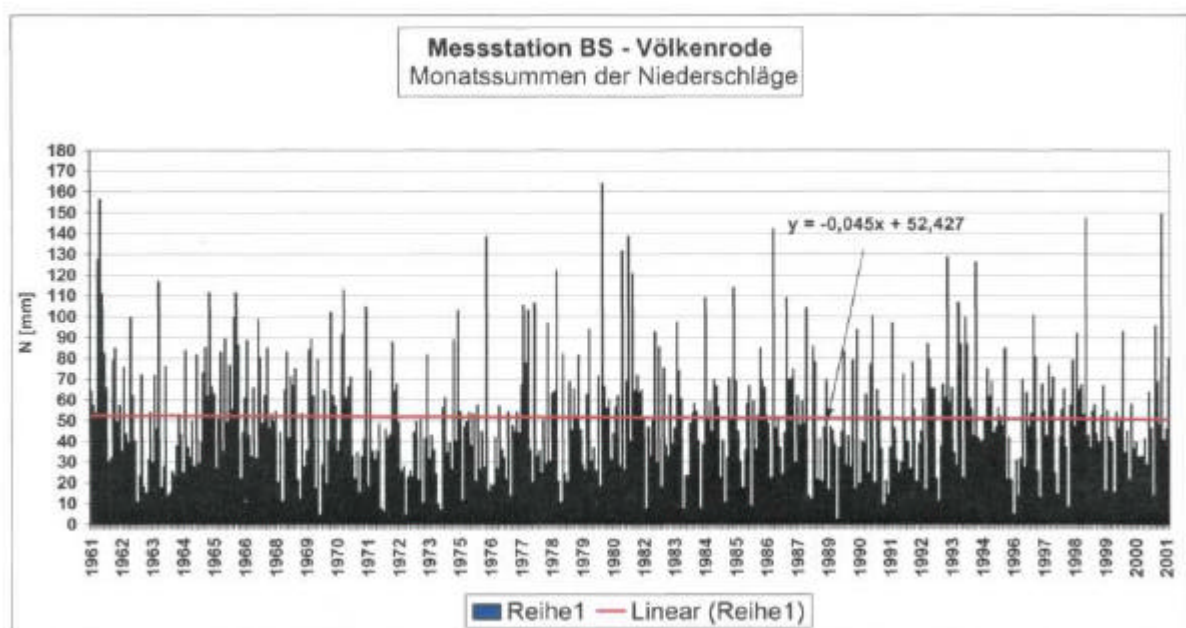


Abb. 9: Monatssummen der Niederschläge 1961 - 2001, NLWK (2003)

Die Monatssummen der Niederschläge schwanken für die dargestellte Zeitreihe in einer Bandbreite von 8 mm/Monat bis 164 mm/Monat. Die mittlere monatliche Niederschlagssumme beträgt im dargestellten Zeitraum rd. 52 mm. Anhand der Gleichung der Trendgeraden ($y = -0,045 x + 52,427$) ist eine Abnahme der mittleren monatlichen Niederschlagssummen festzustellen. Die negative Steigung von - 0,045 bedeutet eine jährliche Abnahme der mittleren monatlichen Niederschlagssummen von 0,045 mm/a. Um bei der Auswertung der Grafiken vergleichbare Beziehungen zu erhalten, sind, wie in Abbildung 9, auch bei den nachfolgenden Abbildungen die Steigungen der Trendgeraden immer auf die jährlichen Änderungen bezogen.

Fazit:

Die Summen der monatlichen Niederschläge zeigen keine signifikanten Änderungen im Verlauf der Referenzzeitreihe 1985 bis 2001. Es ergibt sich quantitativ eine jährliche Abnahme von weniger als 0,1 mm Niederschlag/Monat. Dies bedeutet ein Minus von rd. 0,16 % pro Jahr.

Temperatur und Verdunstung

Ein weiterer Klimaparameter ist die Temperatur. In Abb. 10 wird der Jahresgang der Temperatur für den Zeitraum 1961 bis 1995 dargestellt. An der Trendgeraden ist deutlich die mittlere Jahrestemperatur abzulesen, sie beträgt im Bereich Gifhorn 8,9 °C. Aus der Trendgeraden kann man jedoch auch die steigende Durchschnittstemperatur ablesen. Sie stieg im Lauf der Zeitreihe um gut 1°C an.

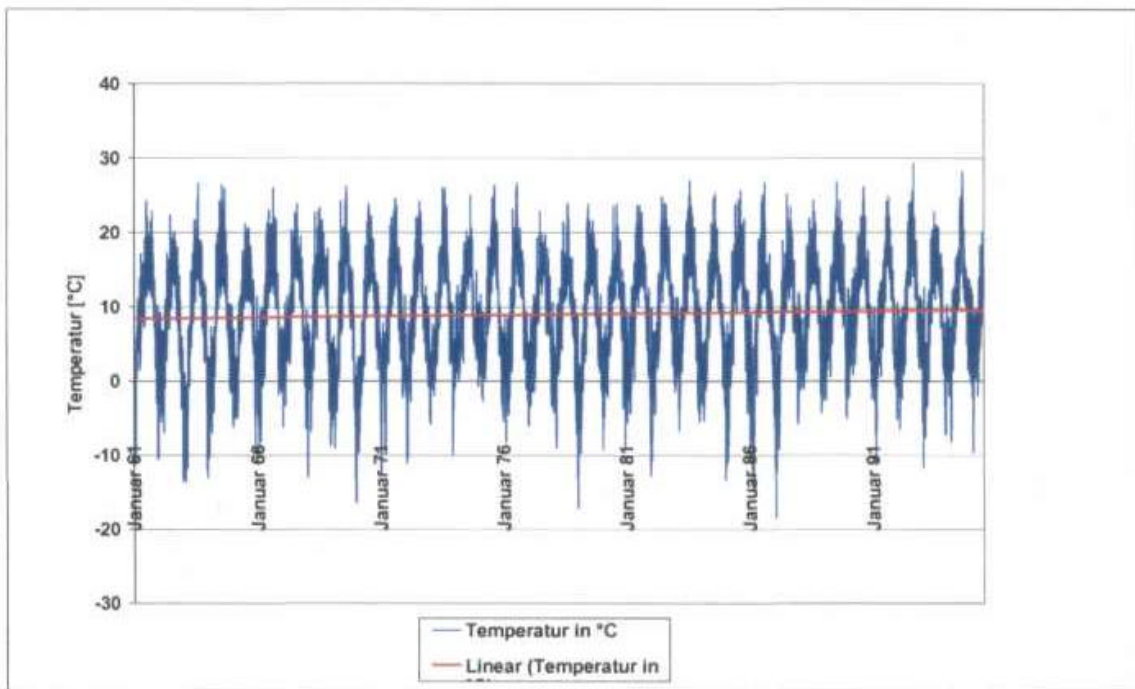


Abb. 10: Temperaturverlauf Braunschweig - Völkenrode 1961 – 1995, NLWK (2003)

Aus der Temperatur kann man auch auf die potenzielle Verdunstung schließen. Für die Zeitreihe von 1961 bis 2001 stehen hierzu Daten der Wetterstation Braunschweig-Völkenrode zur Verfügung. Analog zur Abb. 10 ist in Abb. 11 zunächst der Ganglinienverlauf der Monatssummen der Verdunstung für die genannte Zeitreihe dargestellt.

Jahreszeitlich bedingt sind die Spitzen der Verdunstungsraten in den Sommermonaten sowie die Senken der Verdunstungsraten in den Wintermonaten in Abbildung 11 deutlich zu erkennen. Für die dargestellte Zeitreihe zeigt der Trend einen leichten Anstieg der Verdunstungsraten.

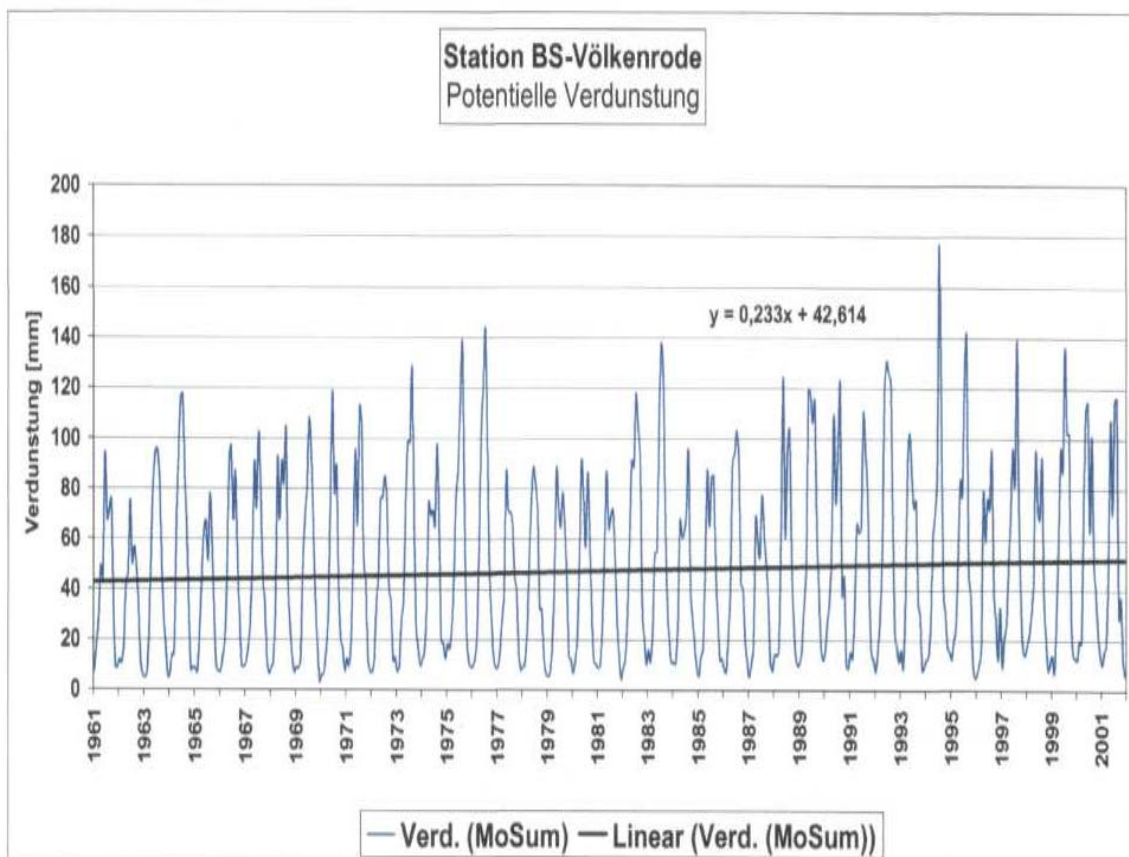


Abb. 11: Monatssummen der potentiellen Verdunstung 1961 – 2001 (NLWK 2003)

Fazit:

Bei der potenziellen Verdunstung ist ein leichter Trend zur Zunahme der Verdunstungsraten festzustellen. Für die Referenzzeitreihe nimmt die monatliche Verdunstungssumme pro Jahr um 0,4 mm zu. Dies entspricht einer prozentualen Steigerung der monatlichen Verdunstungsraten von 0,75 %. Anhand der absoluten bzw. prozentualen Änderungen bei den monatlichen Niederschlagssummen und den monatlichen Verdunstungsraten ist ersichtlich, dass die Bilanz der beiden Parameter nicht ausgeglichen ist.

Klimatische Wasserbilanz

Die Differenz aus der Niederschlagssumme und der potenziellen Verdunstung ist als klimatische Wasserbilanz definiert. In Abbildung 12 ist die klimatische Wasserbilanz für die Zeitreihe 1961 bis 2001 dargestellt.

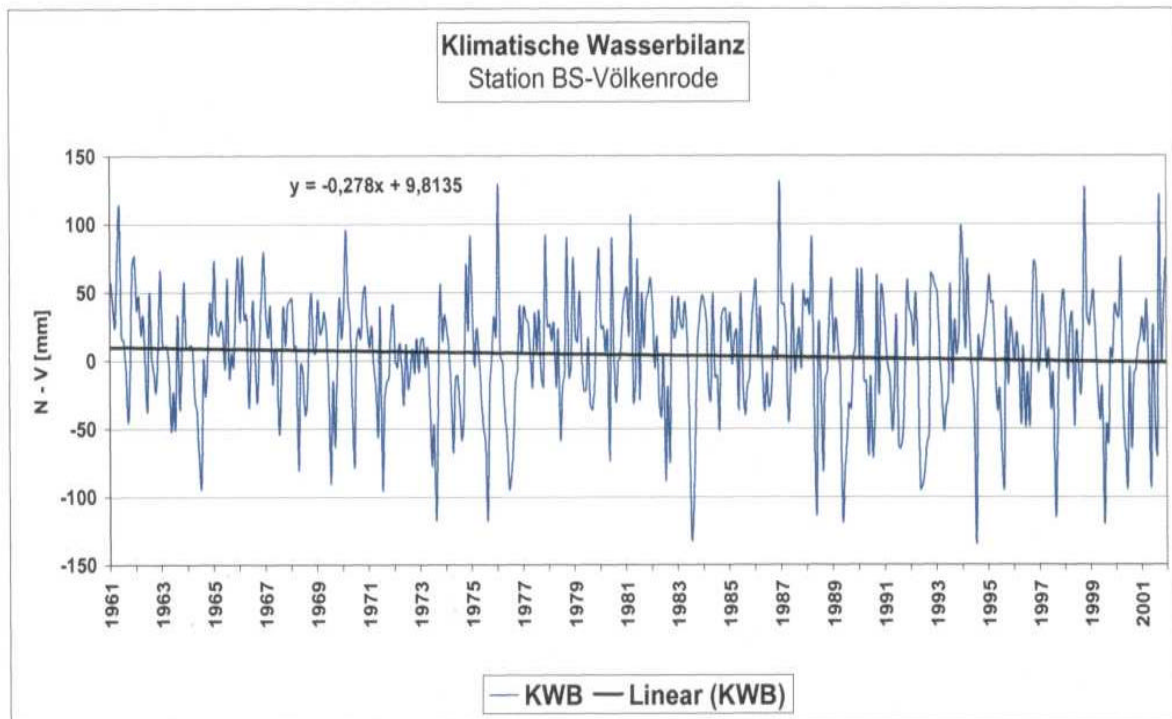


Abb. 12: Monatssummen der klimatischen Wasserbilanz 1961 – 2001 (NLWK 2003)

Analog zu dem Parameter Verdunstung stellt sich auch bei der klimatischen Wasserbilanz ein oszillierender Verlauf der Ganglinie in Abhängigkeit der Jahreszeiten ein. Der Unterschied bei der Darstellung der klimatischen Wasserbilanz besteht in positiven Bilanzzeiträumen im Winterhalbjahr und negativen Bilanzzeiträumen im Sommerhalbjahr. Der Mittelwert einer ausgeglichenen Bilanz für eine Zeitreihe X verläuft demgemäß auf der Null - Linie der Scala. Die Klimatische Wasserbilanz kann auch als Anhaltspunkt für die Grundwasserneubildung herangezogen werden.

Der Wasserhaushalt jedes Einzugsgebietes wird natürlich bestimmt durch die Niederschlagsmengen, denen die Oberflächenabflüsse und die Evapotranspiration entgegenstehen.

Eventuell lässt sich der negative Trend der klimatischen Wasserbilanz umkehren indem man die forstwirtschaftliche Nutzung überdenkt. Anhand des relativ hohen Nadelwaldanteils (siehe Kapitel Landnutzung) kommt es zu hohen Verdunstungsraten. Ein vermehrter Laubbaumbestand würde dem entgegenwirken. Zudem würde die in diesem Gebiet relativ hohe Waldbrandgefahr im Sommer reduziert werden und die Anfälligkeit für einen Schädlingsbefall minimiert werden.

Landnutzung

Der GWK Ise wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Über 50 % der Fläche wird im Ackerbau genutzt. 30 % der Fläche ist mit Wald bestockt, davon der deutlich größere Teil mit Nadelwald. Der Grünlandanteil ist im Teilgrundwasserkörper NI07_03 mit 12 % etwas höher als im GWK NI07_04 (7 %). Die Versiegelung ist mit 5 – 6 % insgesamt nur sehr gering. Urbane Regionen sind nur im äußersten Süden im Anschluss an Wolfsburg und Gifhorn vorhanden (siehe Abb.30 im Anhang).

Der Anteil des Nadelwalds liegt bei 26,3 %, der Anteil des Laubwalds nur bei gut 2% der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes.

Grundwasserkörper-Analyse

In dem folgenden Kapitel sollen die statischen, wenig veränderlichen Daten wiedergegeben werden. Dabei handelt es sich um diejenigen Faktoren, die sich nur über einen sehr langen, geologischen Zeitraum ändern. Dazu zählen die Abgrenzungen der Grundwasserkörper, deren Schichtverteilungen und Porosität und das oberirdische Fließgewässernetz. Als weitere Punkte wurden hier auch schon das vorhandene Messstelleninventar und die anthropogenen Einflüsse, das heißt die menschlichen Eingriffe, in den Fließgewässerhaushalt mit betrachtet.

Grundwasserkörper / Oberirdische Wasserkörper

Bei der Abgrenzung der Grundwasserkörper wurde auf Wunsch einiger Gebietskörperschaften davon ausgegangen, dass oberirdisches und unterirdisches Einzugsgebiet weitestgehend übereinstimmen. Dies ist im Normalfall nicht so, da sich das ober-

irdische Einzugsgebiet (EZG) nach der Geomorphologie richtet und das unterirdische EZG nach hydraulischen bzw. hydrologischen Gesichtspunkten. Der daraus resultierende Fehler in dem Gebiet ist auf Abb. 32 im Anhang dargestellt.

Anzahl der Grundwasserleiter

Das Einzugsgebiet der Ise setzt sich aus zwei Teileinzugsgebieten zusammen (Abb. 31), die grenzüberschreitend nach Sachsen-Anhalt hineinragen. Sie werden größtenteils durch die Ise als Vorfluter von einander getrennt.

Dabei handelt es sich zum einen um den östlich der Ise liegenden Grundwasserkörper mit der Bezeichnung NI07_04 (nach EU-Wasserrahmenrichtlinie) und zum anderen um den westlich liegenden GWK mit der Bezeichnung NI07_03.

Der Grundwasserkörper NI07_03 hat eine Größe von 127,524 km² und der Grundwasserkörper NI07_04 hat eine Größe von 212,746 km². Die Grundwasserkörper wurden in Abstimmung mit dem Umweltministerium Niedersachsen (MU) und den betroffenen Bezirksregierungen abgegrenzt.

In Abbildung 31 werden die Grenzen der Grundwasserkörper der Ise in rot dargestellt und die Abgrenzung auf Basis der Hydraulik im Maßstab 1:50.000 in schwarz. Es fällt auf, dass die Abgrenzungen stark voneinander abweichen. Dies ist auf die unterschiedlichen verwendeten Maßstabsebenen zurück zu führen. Die Abgrenzung der Grundwasserkörper wurde auf Grundlage der Hydrogeologischen Übersichtskarte im Maßstab 1:200.000 durchgeführt, diese liegt als einzige für ganz Niedersachsen flächendeckend vor.

Aus der Differenz zwischen offiziell abgegrenzten Grundwasserkörpern im Maßstab 1:200.000 und der genaueren Darstellung anhand von Karten im Maßstab 1:50.000 ergeben sich Zu- und Abströme zu den einzelnen Einzugsgebieten, die in die Betrachtungen zum Mengenhaushalt eingehen müssen.

Mächtigkeiten der Grundwasserkörper

Von der Firma HGN GmbH wurde im Rahmen des Ise-Projektes, das Zeitgleich mit dem Forschungsvorhaben „Mengenhaushalt von Teileinzugsgebieten“ lief, ein Analyseraster entwickelt, das eine Weite von 500 m aufweist. Grundlage für die daraus

ablesbaren Werte sind Bohrungsdaten, die vom NLfB zur Verfügung gestellt wurden. Mit Hilfe des Programms Surfer 6.0 wurde die Berechnung des jeweiligen Rasterpunktes aus den Quelldaten interpoliert.

Dieses Raster wurde für das Forschungsvorhaben „Mengenhaushalt von Teileinzugsgebieten“ noch einmal mit den in ArcView zur Verfügung stehenden Bearbeitungswerkzeugen auf einen Rasterabstand von 100 m interpoliert. Damit ist es möglich eine schärfere Flächentrennung zu erreichen.

Abbildung 33 kann entnommen werden, dass die Mächtigkeiten des 1. GWL im Bereich der Ise-Niederung mit bis zu 10 m relativ gering ist. Zu den Rändern des Untersuchungsgebietes steigt die Mächtigkeit auf 60 – 80 m an.

Damit folgt die Mächtigkeit des 1. GWL weitestgehend der Morphologie des Untersuchungsgebietes. Das Gelände liegt im Niederungsbereich der Ise auf ca. 60 bis 70 m ü. NN, während es nach Westen und Osten auf 100 – 120 m ü. NN ansteigt.

Eine leicht veränderte Situation zeigt sich bei der Betrachtung des 2. GWL (vergl. Abb. 34). Die Mächtigkeit des GWL ist im Zentralbereich des Einzugsgebietes mit bis zu 20 m noch gering, nimmt aber ringförmig zu den Grenzen des Untersuchungsgebietes zu. Insgesamt ist der 2. GWL 10 m bis 30 m mächtiger als der 1. GWL.

Durchlässigkeiten der Grundwasserkörper

Die Gesteinseinheiten der Geologischen Karte können in Durchlässigkeitsklassen eingeteilt werden. Zu diesem Zweck wurde der effektive Hohlraumanteil abgeschätzt und unter Nutzung der vorhandenen Informationen aus hydraulischen Untersuchungen die Klassen abgegrenzt. Das Ergebnis ist eine Karte der Filtrationseigenschaften. Die in Abbildung 35 benutzen Durchlässigkeitsklassen unterteilen sich wie folgt:

Geringe Durchlässigkeit	$k_f < 1 \cdot 10^{-5} \text{ [m/s]}$
Mittlere Durchlässigkeit	$k_f > 1 \cdot 10^{-5} \text{ [m/s]}$ und $< 1 \cdot 10^{-4} \text{ [m/s]}$
Hohe Durchlässigkeit	$k_f > 1 \cdot 10^{-4} \text{ [m/s]}$

Die Karte der Durchlässigkeiten ist eine Grundlage für die Karte der Entnahmebedingungen. Die Karte in Abbildung 36 zeigt die Verteilung der Entnahmebedingungen im Untersuchungsgebiet Ise.

Mit den Entnahmebedingungen sind die Brunnenergiebigkeit bzw. die Wirtschaftlichkeit mit der Grundwasser gefördert werden kann gemeint. Schlechte Entnahmebedingungen herrschen in jenen Gebieten vor, in denen die Grundwasserleiter entweder nur geringmächtig oder aber schlecht durchlässig sind. Gute und sehr gute Entnahmebedingungen kommen entsprechend in den Gebieten vor, in denen die Grundwasserleiter eine große Mächtigkeit oder eine gute Durchlässigkeit besitzen. Ausschlaggebend für die Karte ist die Transmissivität, die hier nicht nach Grundwasserstockwerken unterschieden wird, sondern als Gesamttransmissivität für den gesamten Grundwasserkörper angegeben wird.

Man erkennt deutlich die durchweg guten Entnahmemöglichkeiten. Lediglich partiell kommt es zu Änderungen der Untergrundbeschaffenheit, so dass Stellenweise auch sehr gute bzw. schlechte Entnahmebedingungen vorliegen. In der Erläuterung der Karte der Entnahmebedingungen (2000) heißt es dazu: "Gute Entnahmebedingungen liegen bei Transmissivitäten zwischen 20 und 100 m²/h vor. Der Grundwasserleiter ist zur Entnahme größerer Grundwassermengen geeignet, vorausgesetzt, dass ein ausreichendes Grundwasserdargebot vorhanden ist."

Anzahl /Größe der oberirdischen Wasserkörper

Der oberirdische Grundwasserkörper der Ise ist ein Teil des Aller- und damit auch des Wesereinzugsgebietes, welches in die Nordsee entwässert.

Oberirdisch sind die Grenzen der EZG nach der Geomorphologie ausgerichtet. Im Norden grenzt das EZG an den Geestkörper, der hier auch eine wichtige Wasserscheide zwischen Elbe- und Wesereinzugsgebiet ist. Wie aus Abbildung 37 hervorgeht, lässt sich das Ise-EZG noch relativ weit in kleineren Teileinzugsgebieten unterteilen.

Herauszuheben ist hier der Elbe-Seitenkanal, der aus der Betrachtung herausfällt, da er größtenteils abgedichtet ist.

Zwischenschichten / GW-Stockwerke

Für die folgenden Betrachtungen gibt es gemäß der EU-WRRL lediglich ein zu betrachtendes Stockwerk. Eine weitere Betrachtung der tieferen Stockwerke wird in der EU-WRRL nicht erwähnt.

Der GWK Ise besitzt jedoch mindestens zwei Stockwerke, die auch über hydrogeologische Fenster miteinander verbunden sind. Durch die unterschiedlichen Drucksituationen kann es zu einem erhöhten Austausch zwischen den einzelnen Stockwerken kommen.

Darüber hinaus bestehen Zusammenhänge zwischen dem Grundwasser und dem Oberflächenwasser. Dies lässt sich an der Flurabstandskarte nachvollziehen.

Aus Abb. 38 lässt sich ablesen, dass im südlichen Bereich des GWK eine relativ geringmächtige Zwischenschicht vorhanden ist. Ebenso in einem kleinen östlich anschließenden Gebiet. Hier gehen die Schichtmächtigkeiten auf wenige Meter zurück. Daraus kann geschlossen werden, dass es hier zu einem erhöhten Austausch zwischen dem 1. und dem 2. Stockwerk kommt.

Fließgewässernetz

Das Fließgewässersystem ist relativ dicht und reicht von den Höhen des Geestrückens im Norden bis zur Mündung der Ise, die auch gleichzeitig Hauptvorfluter in diesem Einzugsgebiet ist, im Süden. Die Ise hat eine Länge von ca. 42 km von der Quelle im Norden des Untersuchungsgebietes bis zur Mündung, die am Rand des GWK Ise im Süden liegt. Darüber hinaus fließt in dem Untersuchungsgebiet die Kleine Aller. Sie liegt östlich der Ise, direkt an der Grenze zu Sachsen-Anhalt und mündet wie die Ise auch in die Aller. Wie man in Abbildung 39 sehen kann, ist das Gewässernetz zwischen Ise und Kleiner Aller sehr stark ausgedünnt.

Dies kann zum einen daran liegen, dass hier Geologie oder Morphologie eine Quellschüttung nicht zulassen und zum anderen daran, dass die Niederschläge hier deutlich geringer sind als in benachbarten Gebieten. In dem Bereich zwischen Ise und Kleiner Aller kommt meines Erachtens beides in Frage, da hier zum einen das Gebiet morphologisch ansteigt, der Flurabstand sich vergrößert und das Wasser auf dem

Podsol über sandigem Untergrund schnell in den tieferen Untergrund abgeleitet werden kann.

Messstelleninventar (oberirdisch)

Als weiterer Parameter bei der Bewertung von Wasserhaushaltsbilanzen ist der Abfluss in den Oberflächengewässern zu betrachten. Da für kleinräumige Analysen kein ausreichendes Datenmaterial an Oberflächengewässern zur Verfügung steht, sind in dieser Auswertung Daten des Gewässerpegels Neudorf-Platendorf herangezogen, den der NLWK im Landkreis Gifhorn betreibt.

Als Abflussparameter sind jeweils die monatlichen Mittelwasserabflüsse (MQ) sowie die monatlichen Niedrigwasserabflüsse herangezogen. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei der Niedrigwasserabfluss, der in enger Korrelation zur Grundwasserneubildung steht. So stützt sich das Verfahren zur Grundwasserneubildung nach Wundt (1958) auf die Niedrigwasserführung der Oberflächengewässer. Es beruht auf der Annahme, dass das Niedrigwasser eines jeden Monats nur dem Grundwasserabfluss entstammt. Der mittlere monatliche Niedrigwasserabfluss (arithmetisches Mittel der monatlichen Kleinstabflüsse) über eine längere Periode (mindestens 5 Jahre) entspricht dann der langjährigen Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet des Pegels.

Messstelleninventar (unterirdisch)

Die Grundwassermessstellen im Bereich des Untersuchungsgebietes Ise sind in einer ausreichenden Zahl vorhanden (vergl. UBA/LAWA – Workshop zu statistischen Verfahren zur Bewertung von GW-Körpern). Die Verteilung der Messstellen ist jedoch sehr ungleich (siehe Abb. 40). Die größten Messstellendichten befindet sich im Nordosten (Stadt Wittingen), im Südwesten (zwischen Wahrenholz und Schönewörde) und nordöstlich von Gifhorn (außerhalb des Untersuchungsgebietes). Die in diesen Bereichen höhere Dichte der Grundwassermessstellen kann auf die im Rahmen der Beweissicherung für Wasserwerke vorgeschriebenen Brunnen zurückgeführt werden. Diese Ungleichverteilung wirkt sich nachteilig auf die Ermittlung von GW-Gleichen und Mächtigkeiten aus.

Wird die Länge der vorhandenen Zeitreihen betrachtet, so ist schnell festzustellen, dass die vorhandenen GWMS keinesfalls ausreichen. Lediglich drei Messstellen besitzen Zeitreihen, die einen langjährigen Trend erkennen lassen (siehe Abb. 13 und 14).

Das oberirdische Untersuchungsgebiet bezieht sich zum Teil auf den Pegel Neudorf-Platendorf. Damit ist dieser Pegel zwar repräsentativ für ein Teileinzugsgebiet der Ise, es sind jedoch keine Aussagen über die Vorfluter 2. Ordnung möglich. Eine über das Gesamteinzugsgebiet hinausgehende, differenzierte Betrachtung ist nicht möglich.

Zeitreihen

Für das EZG Ise stehen keine Grundwasserspiegelhöhen für einen Zeitraum > 18 Jahre zur Verfügung. Lediglich die außerhalb des Untersuchungsgebietes (südlich) anschließenden Brunnen Westerbeck und Bokensdorf I weisen eine Zeitreihe von 30 Jahren und mehr auf. Leider liegen diese im Niederungsgebiet der Aller, so dass diese Messstellen durch die vorfluternahen Grundwasserschwankungen beeinflusst sind. Damit lassen sich im Bereich des GWK Ise keine Ganglinien auswerten.

Die folgenden drei Abbildungen sollen auf das Problem der Auswertbarkeit der Grundwassermessstellen aufmerksam machen.

Wie schon in Abb. 40 dargestellt, ist die Anzahl der Messstellen im Untersuchungsgebiet relativ hoch. Die Verteilung über das Gebiet ist jedoch sehr ungleichmäßig. Die Messstellen häufen sich in Gebieten mit hohen Grundwasserentnahmen. Dort sollen sie die Auswirkungen der Entnahmen dokumentieren. Daraus ergibt sich allerdings auch eine Beeinflussung der Messstellen. Dadurch wird eine Beurteilung der Einflüsse durch Grundwasserentnahmen anhand der Ganglinien schwierig.

Die Abb. 13 bis 15 zeigen zudem die einzigen Messstellen, die eine Zeitreihe von über 30 Jahren aufweisen. Doch auch hier lässt sich feststellen, dass die Messstellen durch die Pegelschwankungen im Vorfluter Aller beeinflusst sind. Sie liegen alle drei in dem Niederungsgebiet der Aller mit einer maximalen Entfernung von 2 km vom Fluss. Darüber hinaus sind die Ganglinienverläufe nicht einheitlich, sondern höchst unterschiedlich. Abbildung 13 zeigt einen über die Jahre ansteigenden Trend,

während Abb. 14 den Ganglinienverlauf der Messstelle Bokensdorf mit einem stark fallenden Trend zeigt. Die Ganglinie der Messstelle Osloß (Abb. 15) zeigt dagegen bis Mitte der 70er Jahre einen fallenden Trend, steigt dann aber innerhalb von zwei Jahren stark an. Anschließend ist die Trendgerade nahezu ausgeglichen. Eventuell ist diese Ganglinie auf einen Fehler in der Messung zurückzuführen.

Somit sind in dem Grundwasserkörper NI07_04 keine auswertbaren Ganglinien vorhanden. Im Grundwasserkörper NI07_03 sind dagegen gar keine Ganglinien mit einer Jahresreihe länger als 30 Jahre vorhanden. Eine Trendbetrachtung ist somit ebenfalls nicht möglich.

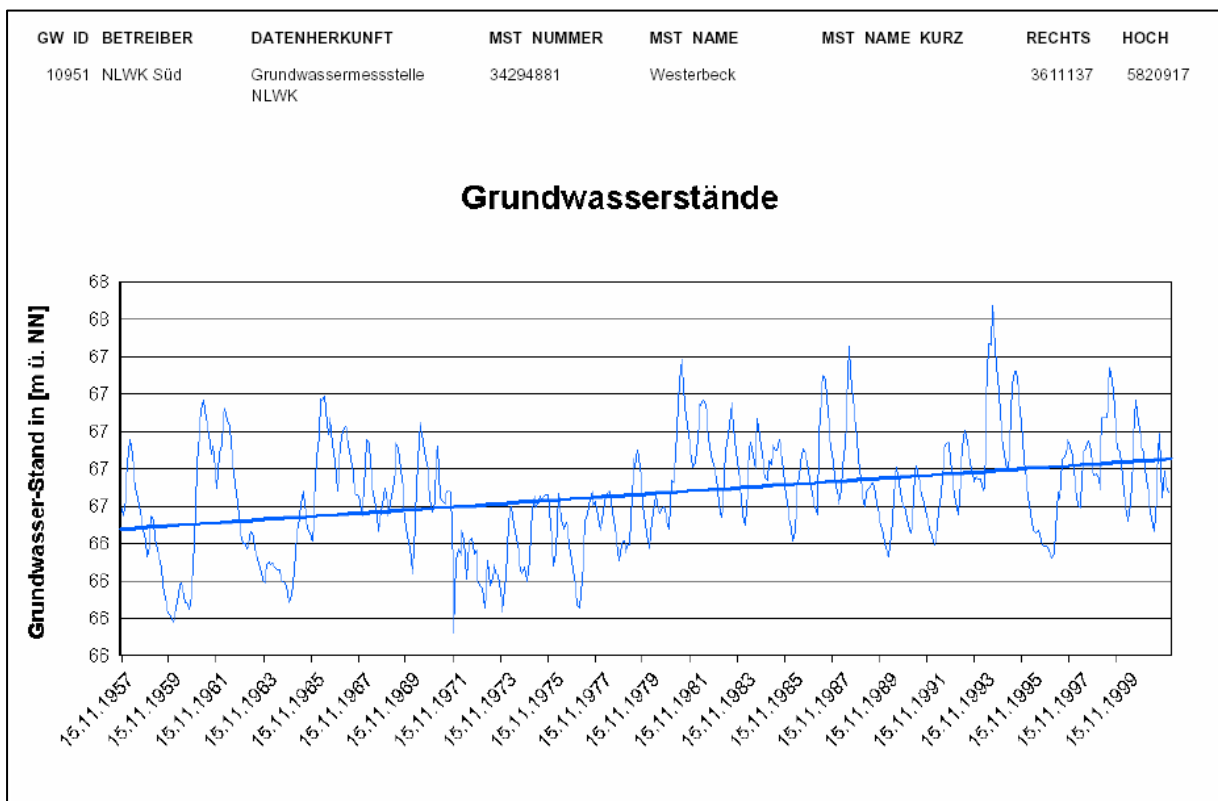


Abb. 13: GW-Ganglinie Messstelle Westerbeck, NLWK, NLfB (2003)

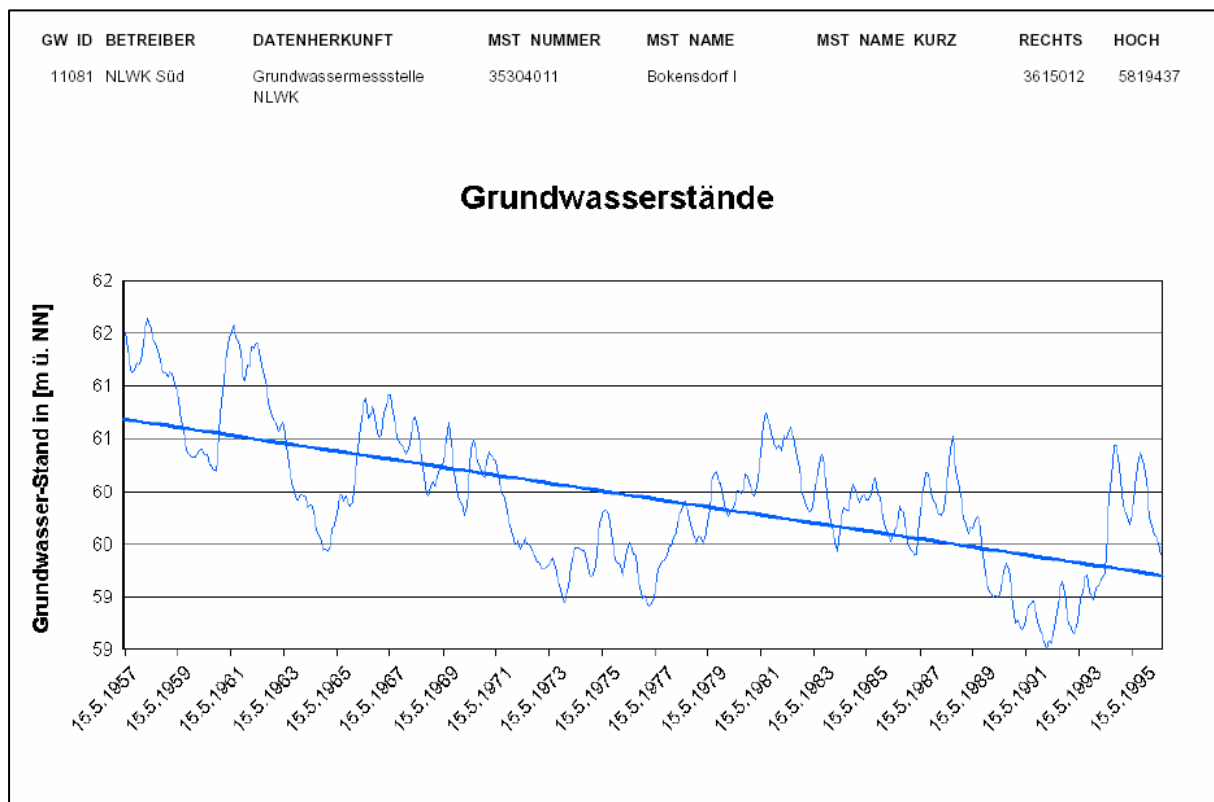


Abb. 14: GW-Ganglinie Messstelle Bokensdorf I, NLWK, NLfB (2003)

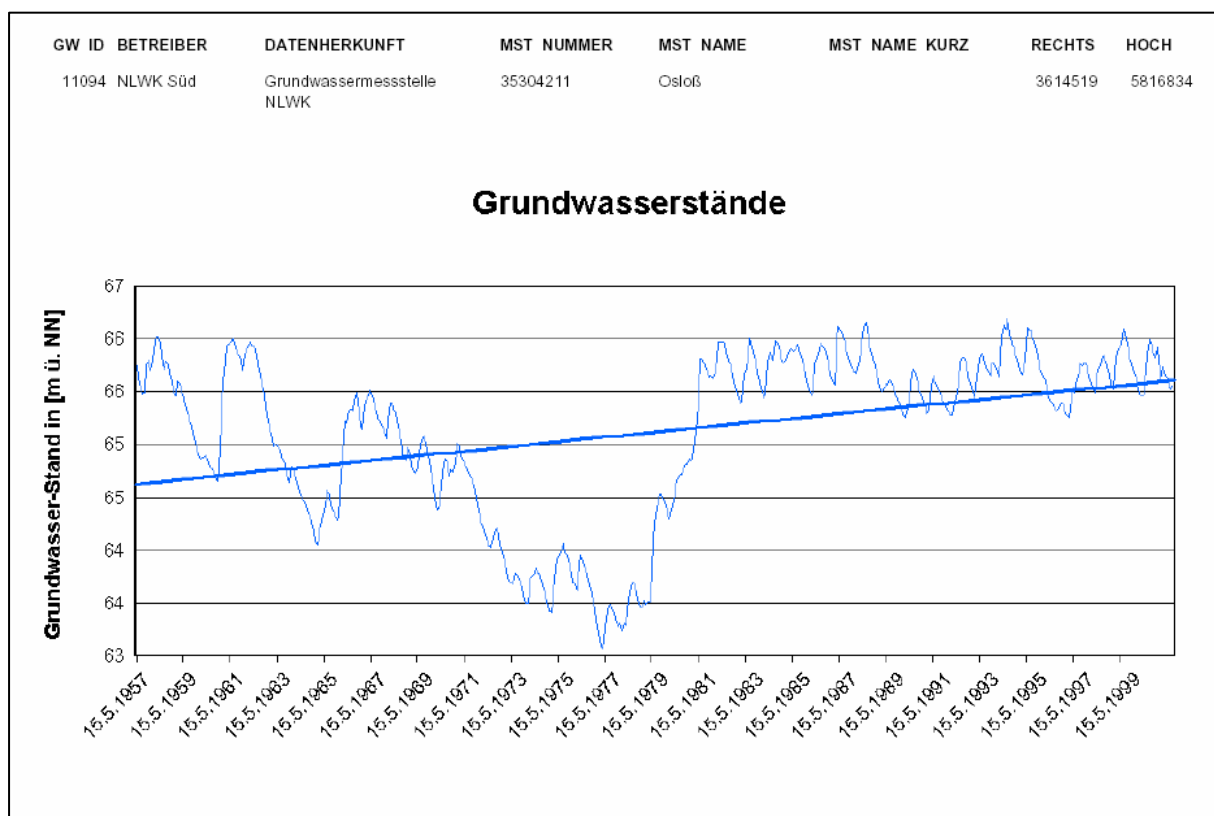


Abb. 15: GW-Ganglinie Messstelle Osloß, NLWK, NLfB (2003)

Der oberirdische Pegel Neudorf-Platendorf verfügt über eine Zeitreihe von 35 Jahren. Damit sind auch längerfristige Trendaussagen möglich.

Am Pegel Neudorf - Platendorf wird das Abflussverhalten der Ise für ein 334 km² großes Einzugsgebiet dokumentiert. Die entsprechenden Ganglinien für die Zeitreihe 1966 bis 2001 und die Referenzzeitreihe für den Zeitraum 1985 - 2001 sind in den Abbildungen 16 und 17 dargestellt.

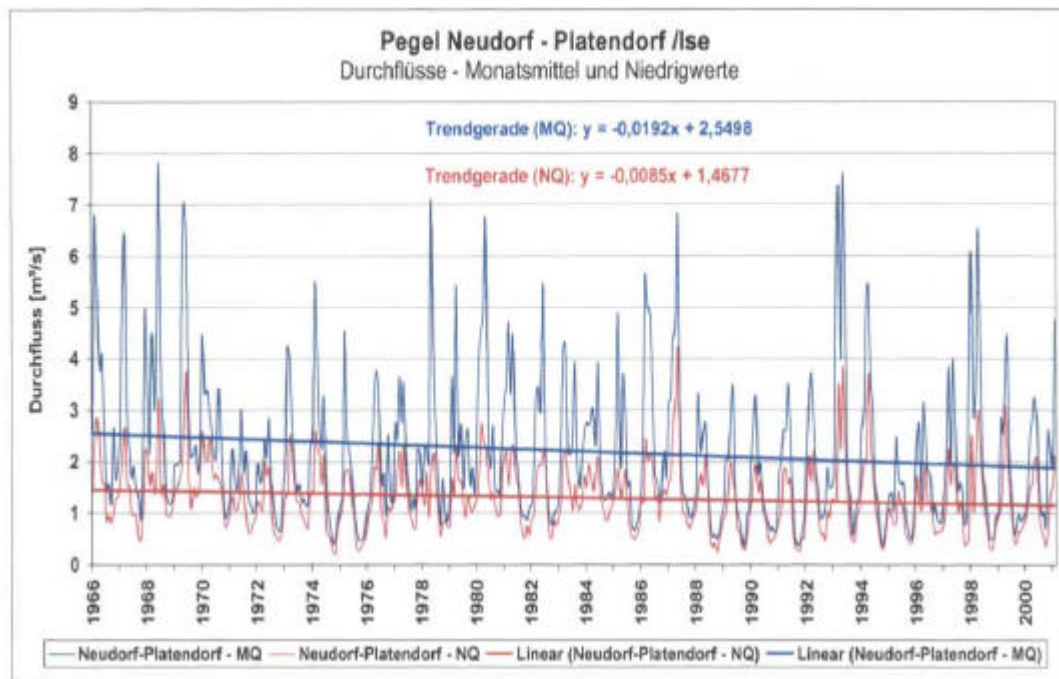


Abb. 16: Mittel- und Niedrigwasserabfluss am Pegel Neudorf-Platendorf 1966 – 2001, NLWK (2003)

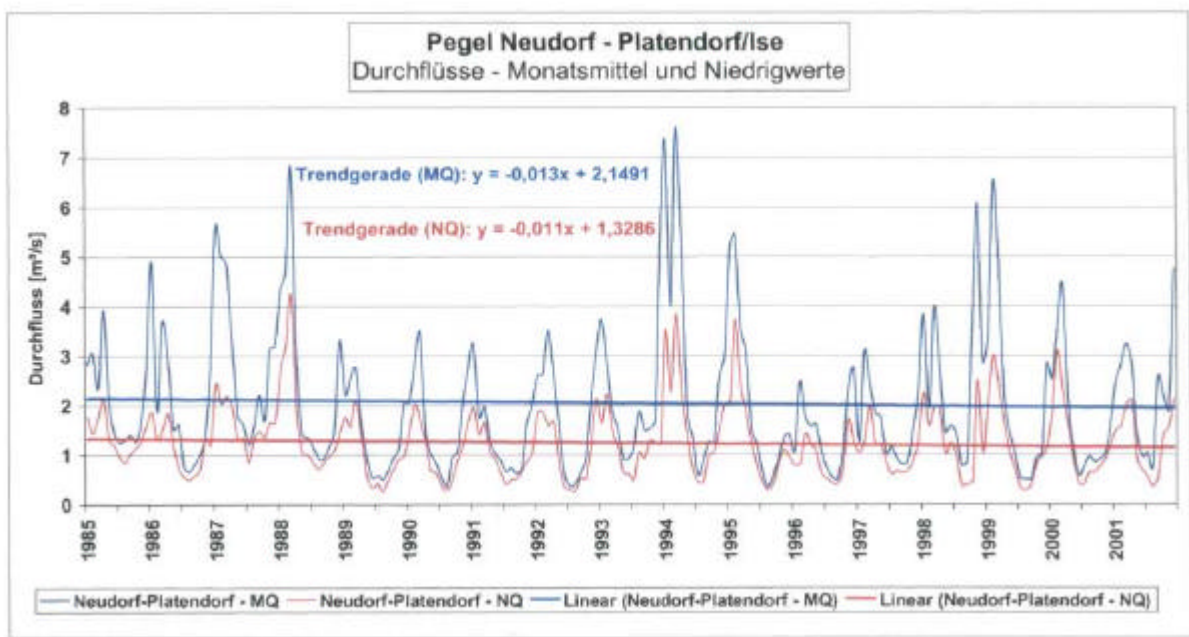


Abb. 17: Mittel- und Niedrigwasserabfluss am Pegel Neudorf-Platendorf 1985 – 2001, NLWK (2003)

Die für das Naturschutzgroßprojekt „Drömling“ repräsentativsten Abflussmessstellen sind die Pegel Jahrstedt und Brome am Gewässer Ohre. Der Betreiber des Pegels Jahrstedt ist das Staatliche Amt für Umwelt in Magdeburg, der Pegel Brome wurde bis zum Jahr 2001 durch den NLWK betrieben. Die monatlichen Mittelwasserabflüsse für diese Pegel sind in Abbildung 18 dargestellt. Der Pegel Jahrstedt erfasst das Abflussgeschehen für ein 140 km² großes Einzugsgebiet, dem oberhalb gelegenen Pegel Brome wird ein 119 km² großes Einzugsgebiet zugeordnet. Dem NLWK liegen für den Pegel Brome keine Daten von vor 1989 vor, so dass die Ganglinie in Abb. 18 erst ab 1989 beginnt.

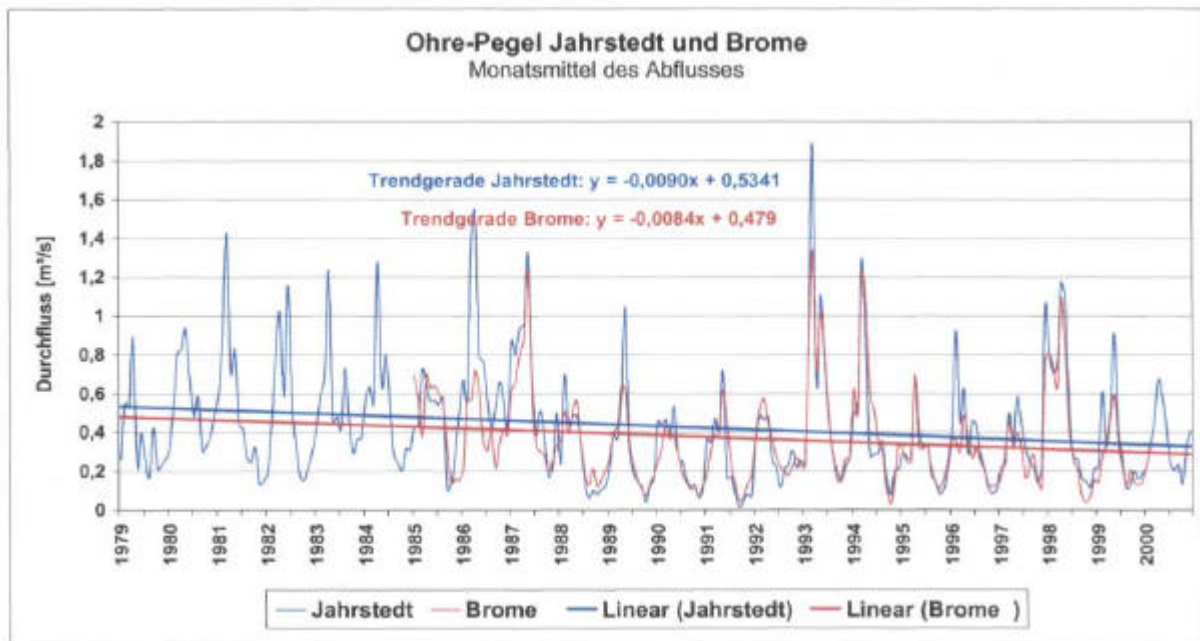


Abb. 18: Monatliche Mittelwasserabflüsse an den Pegeln der Ohre Jahrstedt und Brome 1979 – 2001; NLWK (2003)

Wasserwirtschaftlich relevante Eingriffe

In dem Untersuchungsgebiet Ise gibt es seit Ende der 60er Jahre keine wasserwirtschaftlich relevanten Eingriffe mehr. Wie aus Unterlagen des Unterhaltungsverbandes Ise und Kleine Aller hervorgeht, wurden die letzten Ausbaumaßnahmen und Begradigungen im Bereich der Ise Ende der 60er Jahre und die Maßnahmen im Bereich der Kleinen Aller Anfang/Mitte der 80er Jahre eingestellt. Darüber hinaus gibt es jedoch einige Querbauwerke, die den ungehinderten Fluss beeinträchtigen könnten. Diese sind in Abb. 41 dargestellt. Gekennzeichnet sind jedoch hauptsächlich Straßen, die nur auf wenigen Metern eine Begradigung oder Betonierung des Flussbettes erfordern.

Wasserhaushaltsanalyse

Grundwasserneubildung

Für die vorliegende Arbeit wurde hauptsächlich die Grundwasserneubildung nach dem Verfahren Growa verwendet. Da es jedoch teilweise zu Beanstandungen der

Ergebnisse aus diesem Verfahren kam, wurde ein Vergleich der Neubildung nach Growa und nach Dörhöfer/Josopait durchgeführt. Es war notwendig die Abweichungen in Klassen darzustellen, da das Verfahren nach Dörhöfer/Josopait die Grundwasserneubildung in Klassen einteilt. Die Neubildung nach Growa wurde in die entsprechenden Klassen unterteilt und die beiden Verfahren anschließend miteinander verglichen. Abweichungen von lediglich einer Klasse repräsentieren damit eine Abweichung von durchschnittlich 50 mm, jede nächste Klassenstufe ist dann ein Vielfaches von 50 mm.

Die Ergebnisse sind in Abbildungen 42 zu sehen. In Flächenfarben sind die Abweichungen in Klassen dargestellt. Sie geben einen Aufschluss darüber, wie groß die Abweichungen sind. Rote Farben markieren die Flächen in denen die Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait größer eingestuft wird als nach Growa. Es fällt auf, dass Growa besonders in den östlichen Niederungsgebieten (blau eingefärbte Flächen) höhere Werte als Dörhöfer/Josopait ergibt. In den Niederungen der Ise kommen beide Verfahren zu denselben Ergebnissen.

Eventuell ist dies auf den Einfluss der zahlreichen Bodenkenngößen im Growa-Verfahren zurückzuführen. Die starke Abweichung im Nordosten des Ise-Gebiets kann auf die dort fehlende Berechnung nach dem Verfahren von Dörhöfer/Josopait zurückgeführt werden.

Grundwasserneubildung nach Growa

Abbildung 43 zeigt die Neubildung nach Growa. Deutlich zu erkennen sind die niedrigen Neubildungsraten im Bereich der Niederungen, insbesondere im Bereich des Großen Moores und weiter östlich zum Drömling hin. Dies ist zum einen auf das oberflächennah anstehende Grundwasser bzw. den hohen kapillaren Aufstieg im Bereich der Ise und zum anderen auf die extrem niedrigen Niederschlagsmengen im Bereich östlich der Kleinen Aller zurückzuführen.

Die hohen Neubildungsraten im Nordwesten rühren von den hohen Niederschlagsmengen auf dem Geestrücken.

Dass sich die Gebiete im Nordosten deutlich von den anderen Gebieten abheben, ist auf die dort nur im 1 Kilometerraster vorgenommene Bestimmung der Neubildung zurückzuführen.

Grundwasserneubildung nach Dörhöfer / Josopait

Auch in Abb. 44 sind die niedrigen Neubildungsraten im Bereich der Niederungen von Ise und Kleiner Aller zu erkennen. Im Gegensatz zu dem Verfahren nach Growa sind hier jedoch auch deutlich höhere Grundwasserneubildungsraten im westlichen Untersuchungsgebiet zu erkennen. Die maximale Höhe der Neubildung weicht allerdings nur gering von den Ergebnissen des Verfahrens Growa ab. Es liegen hauptsächlich Änderungen in der Verteilung vor.

Der nordöstliche Teil des Untersuchungsgebietes fehlt in dieser Darstellung, da die Grundwasserneubildung für das Gebiet der ehemaligen DDR nicht berechnet wurde.

Grundwasserdynamik

Abbildung 45 zeigt die Grundwassergleichen des 1. Stockwerkes. Es wird auf den ersten Blick deutlich, dass die rot dargestellte Grenze des Grundwasserkörpers nicht mit der Lage der Grundwassergleichen übereinstimmt.

Wie bereits im Kapitel „Die Bestandsaufnahme als Grundlage für das Monitoring“ erwähnt, hängt dies mit der Festlegung der Grenzen nach den Vorgaben auf Landes- und Kommunalebene zusammen. Normalerweise werden die Grundwasserkörper nach hydrologischen und hydraulischen Gesichtspunkten abgegrenzt.

In der Abb. 45 ist zu sehen, dass sich die Grundwassergleichen von den morphologischen Erhebungen des Geestrückens im Norden zur Ise und weiter zur Allerniederung im Süden herunter ziehen. Dabei ist die Niederung im Bereich des Großen Moores deutlich erkennbar.

Als Datengrundlage für den Gleichenplan wurden zahlreiche Bohrungen verwendet, die Daten dazu liegen im NLfB vor. Die Auswertung wurde von der Firma HGN GmbH vorgenommen. Die äußersten östlichen und südlichen Teile des Untersuchungsgebietes wurden dabei nicht modelliert, so dass hier keine Berechnungen für GW-Gleichen, Flurabstand, Mächtigkeiten, etc. vorliegen.

Demgegenüber sieht der Gleichenplan des 2. Stockwerks leicht verändert aus (vgl. Abb. 46). Zum einen verlagert sich der „Hochpunkt“ des Grundwasserkörpers nach Norden und zum anderen scheint die Hauptstromrichtung eher nach Südwesten ge-

richtet zu sein, wobei sie im oberen Grundwasserstockwerk direkt nach Süden gerichtet sind.

Eine Betrachtung der daraus resultierenden Druckverhältnisse ist in Abb. 47 dargestellt. Dabei sind in den roten Farben Bereiche dargestellt, in denen es zu einem hohen hydrostatischem Druck kommt. Das Wasser im 2. Stockwerk ist hier gespannt. Zur Niederung der Ise hin wird dieser Druck immer geringer, bis er sich im Nordteil des Isegebietes sogar umkehrt. Hier kommt zu einer aufsteigenden Bewegung des Wassers aus dem 2. Stockwerk in das Erste hinein. Damit steht fest, dass es zu einem Wasseraustausch durch die Zwischenschicht hindurch kommt. Die Mengen, die dabei umgesetzt werden, können damit allerdings noch nicht quantifiziert werden. Abbildung 48 zeigt die Grundwassergleichenkarte im Maßstab 1:200.000. Bemerkenswert ist die, für den kleinen Ausschnitt des Untersuchungsgebietes, doch gute Übereinstimmung mit der Karte im Maßstab 1:50.000.

Flurabstand

Der Flurabstand ist ein wichtiges Indiz für die Sensitivität der an der Oberfläche vorhandenen Ökosysteme. Ist der Flurabstand sehr groß, kann davon ausgegangen werden, dass die vorhandene Vegetation keinen Anschluss an das Grundwasser hat. Ist der Flurabstand sehr klein, kommt es an der Oberfläche zu Vernässungen.

Feuchtgebiete wie z.B. Auenwälder oder Niedermoore können sich ausbreiten. Abbildung 49 zeigt den Flurabstand berechnet in einem Gutachten der Firma HGN GmbH (2003). Hohe Flurabstände sind im Bereich des Geestrückens im Nordwesten zu erkennen. Hier kann davon ausgegangen werden, dass es keine grundwasserabhängigen Ökosysteme gibt. Die Niederungsbereiche der Ise sind jedoch mit einem Flurabstand von nur bis zu 5 Metern deutlich gefährdet. Bei zu hohen Grundwasserentnahmen kann es vorkommen, dass das Grundwasser in diesen sensiblen Bereichen zu stark abgesenkt wird und die vorhandene Vegetation keinen Anschluss an das Grundwasser mehr hat.

Gefährdet erscheint auch das Niederungsgebiet der Kleinen Aller. Hier gibt es negative Flurabstände, das heißt der freie Grundwasserspiegel würde sich eigentlich über der Erdoberfläche einstellen. Aufgrund von Dränungsmassnahmen, die eine Ver-

nässung verhindern, ist dies nicht der Fall. In diesem östlichen Bereich geht die Kleine Aller zunächst in die Niederung der Ohre und anschließend in den Drömling, ein ehemaliges Niedermoor, über. Damit sind hier die extrem niedrigen Flurabstände zu erklären.

Grundwasserentnahmen

Ein wichtiger Punkt um eine Bilanzierung durchführen zu können, ist die Menge des entnommenen Grundwassers. Dabei spielt zunächst keine Rolle zu welchem Zweck das Wasser entnommen wird.

Im Landkreis Gifhorn werden die Grundwasservorkommen nicht nur durch die Trink- und Brauchwasserförderung genutzt. Ein erheblicher Nutzungsanteil besteht in der Entnahme von Grundwasser zum Zwecke der Feldberegnung, welche im Wesentlichen während der Vegetationsphase stattfindet.

Nach Angabe der Bezirksregierung Braunschweig bestehen im Landkreis Gifhorn (1568 km²) Entnahmegenehmigungen in einer Größenordnung von 75 Mio. Kubikmeter pro Jahr. Hiervon entfallen rd. 25 Mio. m³ auf die Entnahme zu Trink- und Brauchwasserzwecken und rd. 50 Mio. m³ auf Entnahmen zur Feldberegnung.

Für das nördliche Einzugsgebiet der Ohre, welches für den Bereich des Naturschutzgroßprojektes „Drömling“ von erheblicher Bedeutung ist, beschränkt sich die Nutzung von Grundwasservorkommen fasst ausschließlich auf die Feldberegnung. Die öffentliche Wasserversorgung nutzt in diesem Bereich die Grundwasservorkommen in keiner relevanten Größenordnung.

Aus Abb. 19 geht hervor, dass die entnommene Grundwassermenge über die letzten Jahre konstant geblieben ist. Das Bestreben der großen Wasserwerksbetreiber geht jedoch eher dahin, sich höhere Entnahmemenge genehmigen zu lassen, um im Bedarfsfall die notwendigen Reserven ausschöpfen zu können.

Ein wichtiger Faktor ist zudem die Menge, die für den landwirtschaftlichen Bedarf entnommen wird. Die Beregnungsverbände fordern schon seit längerer Zeit höhere Entnahmerechte um auch in längeren Trockenperioden noch ausreichend Grundwasser fördern zu können. Dies steht jedoch teilweise im Gegensatz zu den Zielen der EU-WRRL, die Auswirkungen auf die Ökosysteme verhindern soll.

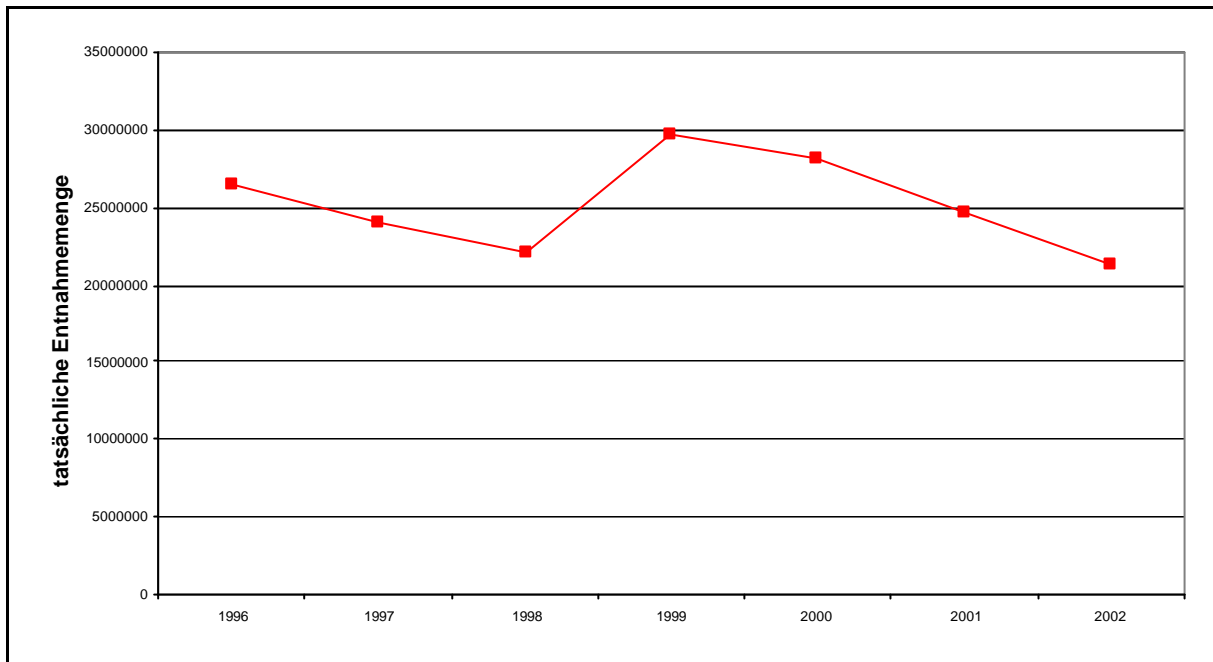


Abb. 19: Tatsächliche Entnahmemengen (kumulativ) im Bereich des GWK Ise, NLfB (2003)

Besonders in den Trockenperioden sinkt der Grundwasserstand durch hohe Entnahmen für die Feldberegnung zum Teil erheblich ab. Eine verstärkte Förderung würde sich hier noch weiter negativ auswirken.

Abflussmengen

Ein weiteres negatives Bilanzglied in einer mengenmäßigen Beurteilung eines Grundwasserkörpers ist die Betrachtung der in den Vorfluter gelangenden Mengen. Aus Auswertungen der Pegelmessdaten für den Pegel Neudorf-Platendorf ergibt sich ein durchschnittlicher Durchfluss von 70,0 Mio. m³/a im Zeitraum 1966 bis 2001. Im Zeitraum 1997 – 2001 reduzierte sich der Abfluss auf 64,1 Mio. m³/a. Dieser Rückgang kann mehrere Faktoren haben. Zum einen ist es möglich, dass der Niederschlag in dem betreffenden Zeitraum um gut 10 % zurückgegangen ist. Die Niederschlagskurve für den entsprechenden Zeitraum (vgl. Abb. 9, Kap. Niederschlag) gibt allerdings nur einen deutlich geringeren Niederschlagsrückgang wieder. Zum anderen ist es möglich, dass der grundwasserbürtige Abfluss, aufgrund von z. B. Grundwasserentnahmen, zurückgegangen ist. Bei einer genaueren Betrachtung von Tabelle 4 ist jedoch zu erkennen, dass der Niedrigstwasserabfluss NNQ ansteigt

und auch der mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ nur geringfügig sinkt. Dagegen gehen der mittlere Hochwasserabfluss MHQ und der Höchstwasserabfluss HQ vom Zeitraum 1966 – 2001 zum Zeitraum 1997 – 2001 deutlich zurück. Somit kann das Absinken der Abflussmenge im Vorfluter auf eine Verringerung der Hochwasserabflüsse zurückgeführt werden.

Jahr	NNQ (m³/s)	MNQ (m³/s)	MQ (m³/s)	MHQ (m³/s)	HQ (m³/s)	Jahressumme Abfluss (m³/a)
1997	0,60	1,10	1,69	3,26	7,27	53.250.685
1998	0,37	1,20	2,16	5,38	18,40	68.122.038
1999	0,29	1,36	2,58	5,50	14,10	81.510.500
2000	0,42	1,22	1,81	3,29	8,48	57.009.419
2001	0,36	1,15	1,92	3,87	8,65	60.405.045
1997- 2001	0,29	1,20	2,03	4,26	18,40	64.059.537
	Abflussmenge pro Jahr (im Mittel 1997-2001):					ca. 64,1 Mio. m³/a
1966- 2001	0,21	1,31	2,21	4,79	30,00	69.639.747
	Abflussmenge pro Jahr (im Mittel 1967-2001):					ca. 70,0 Mio. m³/a

Tab. 4: Abflussmengen am Pegel Neudorf-Platendorf, HGN (2003)

Aus dem Gutachten der Firma HGN Hydrogeologie GmbH (2003): „Auf der Fließstrecke bis zur Mündung in die Aller erhöht sich der Abfluss aufgrund der Abflussspenden aus dem Grundwasser, der oberirdischen und hypodermischen Gebietsabflüsse und der direkten Einmündung von Fließgewässern (Beberbach, Heestermoorgraben Platendorfer Scheidegraben und weitere Gräben). Diese Zuflüsse sind nicht direkt zu quantifizieren, sondern ergeben sich rechnerisch aus der Bilanzierung des Differenzgebietes südlich des Pegels Neudorf-Platendorf bis zur Mündung. Da für dieses Ge-

biet keine Messwerte sondern nur Berechnungswerte aus der Bilanzierung selbst existieren, können diese nicht zur Ermittlung der Bilanzgüte herangezogen werden. Aus der Bilanzierungsrechnung ergibt sich, dass 18,3 Mio. m³/a zusätzlicher Abfluss für das restliche Einzugsgebiet der Ise bis zur Mündung in die Aller zu berücksichtigen sind. Dieser berechnete Wert entspricht einer Abflussspende von ca. 208.000 m³/km² * a im südlichen Teileinzugsgebiet, gegenüber ca. 192.000 m³/km² * a im EZG Neudorf-Platendorf. Die berechneten Abflüsse erscheinen damit plausibel. Die Hochrechnung auf das gesamte Bilanzgebiet Ise ergibt:
QAO Abfluss oberirdisch (natürlich) = 82.334.804 m³/a“

Ermittlung der Sensitivität des Grundwasserkörpers

In den folgenden Kapiteln wird, unter Zuhilfenahme einer Basisabfluss-Analyse in Form eines Fließgewässerquerschnitts, der Bestimmung der sensitiven Abschnitte im Vorfluter und der Bestimmung des Mindestwasserabflusses, versucht der Einfluss von Grundwasserentnahmen auf das Ökosystem abzuschätzen.

Basisabfluss – Analyse

Die Basisabfluss – Analyse soll Aufschluss darüber geben, wo das Gewässer durch einen zu geringen Grundwasserzustrom in seiner Existenz gefährdet ist. Zu diesem Zweck werden die dem Vorfluter in den einzelnen oberirdischen Teileinzugsgebieten zukommenden Neubildungsmengen aufsummiert und auf den jeweiligen Fließgewässerabschnitt bezogen (vergl. Abb.50). Abbildung 51 zeigt dagegen den kumulativen Abfluss im Vorfluter. Diese Abbildungen sind aus zahlreichen Lehrbüchern bekannt, wo von der Quelle bis zur Mündung eines Gewässers der Fließquerschnitt aufgetragen wird. Statt aber die Neigung anzugeben, werden hier die Abflussmengen punktgenau wiedergegeben.

Ermittlung sensativer Gewässerabschnitte

Die sensitiven Fließgewässerabschnitte wurden für die vorliegende Arbeit durch eine einfache Verschneidung mit ArcView bestimmt. Hierzu werden die folgenden Eingangsparameter benötigt: Hangneigung (oder alternativ ein DGM aus dem sich die

Hangneigung dann ableiten lässt), Nutzung (aus einem ATKIS oder über die Corine-Landcoverdaten), der kapillare Aufstieg als Kennzeichen für den Grundwasseranschluss und das Fließgewässersystem.

Abbildung 52 zeigt das Fließgewässersystem im Bereich des Ise-EZG.

In einem ersten Schritt wird das Fließgewässersystem mit den Flächen des kapillaren Aufstiegs verschnitten. Diese kennzeichnen die Gebiete, in denen die Vegetation an das Grundwasser angeschlossen ist. Man kann diese Bereiche als grundwasserabhängige Landökosysteme bezeichnen. Für diesen Zweck wurden Daten verwendet, die im NLFb in der Bodenkunde vorliegen. Alle Fließgewässer, die außerhalb dieser Flächen liegen, wurden nicht in die weitere Betrachtung miteinbezogen. Das Ergebnis dieser ersten Verschneidung ist in Abbildung 53 dargestellt und zeigt die Fließgewässerabschnitte, in denen eine grundwasserabhängige Vegetation zu erwarten ist.

Anschließend wurden die vorhandenen Fließgewässerabschnitte mit der Landnutzung verschnitten. Nur diejenigen Flächen, die nicht anthropogen geprägt sind, wurden weiterverwendet, da es sich dabei um Flächen handelt, die auch weiterhin ein Schutzpotenzial besitzen bzw. die noch geschädigt werden können. In den Bereichen der städtisch geprägten Flächen, Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen kann es zu keiner weiteren Schädigung der Fließgewässer kommen. Als Ergebnis erhält man diesmal die Fließgewässerabschnitte, in denen anthropogen unveränderte, grundwasserabhängige Landökosysteme vorhanden sind.

Mit den vorangegangenen Verschneidungen hat man die Sensitivität in Bezug auf die Ökosysteme bearbeitet. Da jedoch die sensitiven Abschnitte der Fließgewässer gekennzeichnet werden sollen, fehlt noch ein Kriterium das ein Fließgewässer ausmacht. Dieses Kriterium wurde in der Hangneigung gefunden. Für die folgende Verschneidung wurde die Hangneigung nach Flächen unterschieden, die eine Hangneigung größer oder kleiner von 1° aufweisen. Hangneigungen unter 1° wurden dabei nicht berücksichtigt, da davon auszugehen ist, dass in diesen Abschnitten ein Fließen nur noch bedingt möglich ist. Hintergrund dieser Annahme ist die Tatsache, dass mit Werten unter 1° versucht wurde auch Querbauwerke wie Wehre oder Staumau-

ern aus der Betrachtung herauszunehmen. Diese Bereiche sind nicht natürlichen Ursprungs. Darüber hinaus sind Bereiche mit größeren Hangneigungen meistens charakteristisch für die Quellbereiche, die auch eine erhöhte Sensitivität besitzen, da sie aufgrund der geringeren Abflussmengen sehr anfällig für Wasserstandsänderungen sind.

Die entsprechenden Flächen sind in Abbildung 54 dargestellt.

Mit dieser letzten Verschneidung erhält man die Fließgewässerabschnitte, die als besonders sensitiv gekennzeichnet werden können. Um sich jetzt der Kleinstabschnitte zu entledigen, die durch die Verschneidungen entstanden sind, kann man noch alle Abschnitte mit einer Länge von bis zu 100 m eliminieren.

Dies macht Sinn, da keine Verbesserungsmaßnahmen auf kurzen Fließgewässerabschnitten durchgeführt werden können. Gemeint sind hiermit Maßnahmen nach den Forderungen der EU-WRRL um die Qualität und Quantität von Grund- und Oberflächenwasser zu erhalten oder verbessern.

Wie Abbildung 55 zeigt, liegen die meisten Abschnitte im Bereich des morphologisch höher gelegenen Geestrückens. Nur vereinzelt sind auch Abschnitte im Bereich der Niederungen anzutreffen. Damit wird der Verdacht bestätigt, dass hauptsächlich die Oberläufe der Gewässer gefährdet sind.

Nicht in die Betrachtung eingegangen sind die Auswirkungen von Absenktrichtern durch großflächige Wasserentnahmen aus dem oberen Grundwasserleiter. Um die aktuelle Situation darzustellen sind solche Betrachtungen jedoch notwendig.

Es ist abschließend möglich die Sensitivität über den Faktor Meter gefährdetes Fließgewässer pro Quadratkilometer Grundwasserkörper festzustellen. Demnach besitzt der GWK NI07_03 mit 40,79 m/km² eine mittlere Sensitivität. Dagegen ist die Sensitivität mit 21,18 m/km² im benachbarten GWK NI07_04 als niedrig einzustufen.

Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses

Die Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses gestaltete sich schwieriger. Es gibt unterschiedliche Ansätze die die Mindestwasserführung charakterisieren. In der ehemaligen DDR gab es einen Wert von 1l/s * km² bezogen auf ein

Einzugsgebiet. Das entsprach ungefähr einem Drittel der Neubildung. Leider sind keine Aufzeichnungen über die Vorgehensweise vorhanden, so dass dieses Verfahren nicht näher beschrieben werden kann. Bezogen auf das Untersuchungsgebiet Ise ergibt sich das in Abbildung 56 dargestellte Bild.

Addiert man zu der vorhandenen Minderung noch die aktuelle Entnahmenmenge hinzu, ergibt sich ein weitaus verändertes Gesamtbild (vergl. Abb. 57). Man erkennt deutlich die gefährdeten Bereiche, die in den Abbildungen grün dargestellt sind. Es fällt deutlich auf, dass besonders die Niederungsbereiche der Vorfluter als erstes „Trockenfallen“. Dies ist auf die hier ohnehin schon verringerte Grundwasserneubildung zurückzuführen.

Eine weitere Möglichkeit den landschaftsnotwendigen Mindestwasserabfluss zu bestimmen beschreibt das Verfahren zur „Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose-Modell“ aus den DVWK-Schriften Nr.123 von 1999.

Allerdings sind die durchzuführenden Arbeitsschritte recht umfangreich. So muss zunächst jedes einzelne Gewässer fast auf den Meter genau nach Hydrologie, Geologie und Gewässergüte charakterisiert werden. Es folgt eine Ermittlung der Auswirkungen der Abflussänderungen auf die Strömungsbedingungen und eine Ermittlung des Einflusses der Strömungsbedingungen auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften sowie eine Prognose der Auswirkungen bei einer Abflussänderung. Eine abschließende Bewertung der Entwicklung gibt dann Aufschluss über die Festlegung der Mindestwasserführung.

Empfehlungen auf Grund der Sensitivitätsanalyse

Die Festlegung der Entnahmemenge aufgrund der Sensitivitätsanalyse erfolgt anhand der Abwägung aller bisher untersuchten Faktoren. Es kann definitiv kein genauer Wert ermittelt werden. Aufgrund der Tatsache, dass hundertprozentig genaue Aussagen über den Untergrund nicht möglich sind, kann es weiterhin zu Fehlern kommen, die das Ergebnis verfälschen würden. Es ist nur möglich eine Richtung vorzugeben, d.h. ob z.B. Entnahmerechte noch weiter ausgeweitet werden können

oder ob sie besser zum Schutz von Oberflächengewässern eingeschränkt werden sollten. Zu diesem Zweck werden die bisher erhobenen Daten als positive oder negative Faktoren beschrieben. Damit ist es möglich aus der Summe der Faktoren eine Veränderung der Entnahmemenge nach oben oder unten vorzugeben.

Klima

Aus der Betrachtung der Klimareihen geht hervor, dass in den letzten Jahrzehnten die Niederschlagsmengen rückläufig sind und die klimatische Wasserbilanz insgesamt negativ ist. Damit gibt es einen großen negativen Faktor in der Gesamtbetrachtung, der darüber hinaus nicht verändert werden kann. Es handelt sich, wie man auch der aktuellen Presse entnehmen kann, um einen globalen Trend.

Fazit: Eine zurückgehende Grundwasserneubildung ist in den nächsten Jahren wahrscheinlich.

Geologie und Hydrogeologie

Die im Untersuchungsgebiet vorkommende Korngrößenfraktion reicht von schluffig bis kiesig und ist im Ursprung hauptsächlich auf periglaziale Ablagerungen zurück zu führen. Lediglich im Süden kommt auch toniges Material vor. Dadurch kommt es in diesem Bereich eher zu einer geringeren Durchlässigkeit als in den Niederungsbecken des Vorfluters oder auf dem nördlich Geestrücken. In diesen Gebieten befinden sich Löss- und Sandlössanwehungen.

Durch diese Verteilung kann im Norden gebildetes Grundwasser auch in das tiefer gelegene Stockwerk infiltrieren, bevor sich weiter im Süden ein zweites Stockwerk mit gespanntem Grundwasser herausbildet. Auswirkungen durch Grundwasserentnahmen pausen sich im oberen, freien Stockwerk bis an die Erdoberfläche durch und bilden dort einen charakteristischen Absenkekanal. Damit kann es hier zu Auswirkungen auf Flora und Fauna kommen.

Fazit: Auswirkungen auf Flora und Fauna an der Erdoberfläche sind eher in den Hochlagen zwischen den Niederungen zu erwarten.

Böden und Vegetation

Die Podsole und Regosole im Vorfluterfernen werden durch Absenkungen im Grundwasser nicht sonderlich betroffen sein, da es sich ohnehin um sehr trockene Böden handelt. Die Vegetation hat sich in diesen Gebieten scheinbar auf die mangelnde Versorgung durch Grundwasser eingestellt. Vorherrschend sind hier hauptsächlich Nadelwälder bzw. Nadelwaldforsten. Lediglich in den Niederungsgebieten kommen auch vergleyte Böden vor. Hier befinden sich auch noch teilweise Böden mit Niedermoorauflage. Der Bewuchs ist hier teilweise auf das Grundwasser angewiesen. Hier befinden sich Wiesen, Weiden, natürliche Bodenbedeckungen sowie das Große Moor. Große Entnahmemengen würden sich in den kleineren Niederungsbereichen auf die Vegetation auswirken.

Fazit: Auswirkungen durch Grundwasserentnahmen sind in den Höhenlagen aufgrund der dort hauptsächlich vorkommenden Nadelwald-Monokulturen kaum vorhanden. In kleineren Niederungsbereichen kann es zu Beeinträchtigungen kommen.

Durchlässigkeiten und Entnahmebedingungen

Im Bereich der Niederungen, insbesondere des Großen Moores, sind die Durchlässigkeiten geringer, in dem Bereich zwischen Ise und Kleiner Aller, dem geomorphologisch höher gelegenen Teil, sind sie dagegen hoch.

Die Entnahmebedingungen aus dem Grundwasser sind dementsprechend in diesen Bereichen besser. Im Bereich der tonig-schluffigen Gletscherablagerungen der letzten Eiszeit ist der Untergrund dagegen weniger durchlässig. Die Entnahmebedingungen sind hier als schlecht eingestuft.

Fazit: Aufgrund der höheren Schichtmächtigkeiten und der höheren Durchlässigkeit in den Gebieten außerhalb der Niederungen der Ise sind die Entnahmebedingungen dort besser.

Fließgewässernetz

Das Gewässernetz der Ise im westlichen Untersuchungsgebiet ist sehr gut ausgeprägt. Im Osten dient die Kleine Aller als Vorfluter. Zwischen diesen beiden Gewässernetzen fehlen Vorfluter fast vollständig.

Fazit: Schädigungen des Gewässernetzes sind zwischen den Hauptvorflutern, im Bereich des nördlichen Boldecker Landes, nicht möglich. Auswirkungen auf das fein verzweigte Gewässernetz der Ise können zunächst nicht ausgeschlossen werden.

Zeitreihen - oberirdische Pegel

Es liegen nur Daten für den Pegel Neudorf-Platendorf vor. Es zeigt sich, dass die betrachteten Zeitreihen einen negativen Trend aufweisen. Dieser scheint sich jedoch für den Zeitraum 1985 – 2001 abzuschwächen. Besonders der noch stark negative Trend der Zeitreihe 1966 – 2001 des Mittelwasserabflusses (MQ) scheint sich langsam zu stabilisieren.

Fazit: Bei gleich bleibenden Entnahmemengen, einer unverändert hohen Neubildung und keinen neuen Ausbaumaßnahmen der Gewässer kann davon ausgegangen werden, dass es zu einer weiteren Stabilisierung des Abflussgeschehens kommt.

Die Grundwasserganglinien sind allesamt nicht auswertbar.

Grundwasserneubildung

Abgesehen von der unterschiedlichen Bearbeitungsweise und der verschiedenen Datengrundlage der Verfahren Growa und Dörhöfer/Josopait kann man erkennen, dass die Abweichungen insbesondere in den Niederungsbereichen sowie im Großen Moor nicht sonderlich groß sind. Es kommt zu Abweichungen von höchstens einer Neubildungsklasse. In den morphologisch höher gelegenen Teilen sind die Unterschiede dagegen größer.

Fazit: Die Neubildung nach Growa ist das aktuelle Verfahren zur Bestimmung der Grundwasserneubildung. Allerdings ist auch damit keine Prognose für die Zukunft möglich, so dass es bei einer Abschätzung der zukünftigen Entwicklung anhand von Niederschlagsmengen und Temperatur bleibt.

Grundwassergleichen und Flurabstand

Es zeigt sich anhand der Verteilung der Isolinien, dass es besonders im Bereich der Niederung der Ise zu gespannten Verhältnissen im zweiten Grundwasserstockwerk

kommt. Dagegen liegt das Wasser des zweiten Stockwerks im Bereich des Geestrückens meist frei vor.

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei der Betrachtung des Flurabstands. Er nimmt kontinuierlich zu den Niederungen hin ab. Dies ist hauptsächlich auf die dort vorherrschenden hydraulischen Aufstiegsbewegungen in den Vorfluter hinein zurück zu führen.

Fazit: Besonders die Niederungen sind durch den geringen Flurabstand anfällig für Änderungen im Strömungsverhalten des Grundwassers. Dagegen sind die Auswirkungen im Bereich der Höhenlagen flächenhafter, da das Grundwasser des ersten Stockwerks dort frei vorliegt.

Basisabfluss-Analyse

Die Basisabfluss-Analyse zeigt, dass aufgrund des mangelnden Zustroms von Grund- und Oberflächenwasser hauptsächlich der Quellbereich der Ise durch ein eventuelles Trockenfallen bedroht ist.

Fazit: Quellbereich und Oberstrom sind durch die geringe Fläche des Einzugsgebiets besonders gefährdet.

Sensitive Gewässerabschnitte

Nach Verschneidung der Vorfluter mit Gebieten in denen der kapillare Aufstieg größer als Null ist, die Hangneigung über einem Grad liegt und die weitestgehend in einem natürlichen Zustand erhalten sind zeigt sich, dass nicht allein der Quellbereich des Hauptvorfluters durch zusätzliche Grundwasserentnahmen bedroht ist.

Es zeigt sich vielmehr, dass alle Gewässerabschnitte außerhalb der Niederung der Ise bedroht sein können. Viele gefährdete Abschnitte liegen an kleinen Geländestufen.

Fazit: Die Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte zeigt, dass größtenteils die Vorfluter im Bereich von Hangneigungsstufen bedroht sind. Niederungsgebiete sind so gut wie gar nicht betroffen.

Landschaftsnotwendiger Mindestabfluss

Über die Teileinzugsgebiete wurden von der berechneten Grundwasserneubildung die Entnahmemengen abgezogen. Darüber hinaus wurde die Neubildung um einen Mindestabfluss von 1 l/s*km^2 gemindert. Das Ergebnis ist eine Karte in der die verbleibenden Abflussspenden dargestellt sind. Es fällt auf, dass die Abflussspenden im Bereich des Großen Moores negativ sind, d.h., dass in diesem Gebiet entweder mehr Wasser entnommen wird, als sich neu bildet oder aber der Abschlag von 1 l/s*km^2 so groß ist, dass der Gesamtwert negativ wird.

Allerdings sind nicht nur die Niederungsgebiete betroffen, sondern auch die morphologisch höher liegenden Gebiete, wie z.B. das nördliche Boldecker Land oder einige Abschnitte auf dem Geestrücken im Norden des Untersuchungsgebietes.

Fazit: Betroffen sein können alle Gebiete, in denen es umgerechnet auf die Flusseinzugsgebiete entweder eine geringe Neubildung gibt oder in denen die Entnahmen und der Mindestwasserabfluss sehr groß sind.

Zusammenfassung und Ergebnis

Nach Betrachtung des Vegetationsbestandes, der Lage der Fließgewässer und der Verteilung der Grundwasserleiter sowie der Schichtmächtigkeiten kann man zu dem Schluss kommen, dass einer vorsichtigen Ausweitung der Entnahmemengen in einem begrenzten Gebiet nichts im Weg steht. Denn zum einen sind die Entnahmebedingungen im Bereich zwischen den Hauptvorflutern Ise und Kleine Aller besonders gut, zum anderen wären die Auswirkungen aufgrund des dort fehlenden Gewässernetzes und der vorherrschenden Nadelwald-Monokultur relativ gering.

Man muss allerdings auch bedenken, dass sich der Abfluss im Oberflächengewässer gerade erst stabilisiert, allzu große Entnahmen würden sich wiederum negativ auf das Abflussgeschehen auswirken.

Auch die Ermittlung sensibler Gewässerabschnitte per Basisabfluss-Analyse und Verschneidung der Gewässersysteme ergibt, dass sich die potenziell gefährdeten Bereiche hauptsächlich auf die Quellgebiete beschränken.

Die Beschreibung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses zeigt allerdings auch, dass das ganze System stark von der Größe des Betrachtungsraumes und der zur Verfügung stehenden Grundwasserneubildungsmenge abhängig ist.

Um langfristige Prognosen durchführen zu können, wäre es wünschenswert ein verlässliches Niederschlags-/Neubildungsmodell zur Verfügung zu haben. Diese stehen derzeit noch nicht zur Verfügung. Lediglich bezüglich des zu erwartenden Temperaturanstiegs in den kommenden Jahrzehnten werden derzeit Modelle angeboten, die jedoch noch mit einem grobmaschigen Raster rechnen und eine relativ große Spannweite an Werten liefern.

Nichtsdestotrotz bin ich der Meinung, dass einer vorsichtigen Ausweitung der Entnahmemenge, nicht jedoch der ohnehin schon großen Entnahmerechte, des Wasserwerkes Westerbeck in Zeiten der normalen Klimaereignisse nichts im Wege steht.

Dagegen ziehen sich die Einzugsgebiete der restlichen Wasserwerke (vergl. Abb. 58) durch die Niederungen von Ise und Kleiner Aller durch Gebiete, die wie aus den vorangegangenen Betrachtungen deutlich wurde, definitiv als gefährdet einzustufen sind. Hier kommen Ausweitung von Entnahmemengen und Entnahmerechten meines Erachtens nicht in Frage.

Gebiet Ilmenau

Ermittlung des nutzbaren Dargebots

Nach dem Verfahren Nutzbares Dargebot wird auch für das zweite Untersuchungsgebiet die nutzbare Grundwassermenge sowohl für die allgemeine Wasserversorgung während normaler Klimazeiträume als auch zur Sicherung der Wasserversorgung in Trockenzeiträumen berechnet. Das Untersuchungsgebiet Ilmenau unterteilt sich in zwei Grundwasserkörper, die das Untersuchungsgebiet abbilden. Zum einen in den Grundwasserkörper rechts der Ilmenau mit der Nummer NI_1102 und zum anderen in den Grundwasserkörper links der Ilmenau mit der Nummer NI_1101. Diese werden getrennt berechnet.

Tabelle 5 zeigt die beiden berechneten Werte in farblicher Unterscheidung. Es handelt sich zum einen um das nutzbare Dargebot für normale Klimaperioden (blaue Werte) und zum anderen um das zur Sicherung der Wasserversorgung notwendige Dargebot in Trockenzeiträumen (gelbe Werte).

Ermittlung des Nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern	Grundwasserkörper	
Bezeichnung	1101	1102
Bezeichnung neu	1101	1102
Name	Ilmenau Lockergestein links	Ilmenau Lockergestein rechts
Flächengröße des Grundwasserkörpers [km²]	1441,67	1519,32
Gesamtdargebot (langj. 30j. Mittel) [Mio. m³]	210,9	283,4
Gesamtdargebot Trockenzeiträume 20% Perzentil [Mio. m³]	79,3	135,6
Fläche Ergiebigkeitsklasse 3 [km²]	3,84	3,89
Flächenanteil Ergiebigkeitsklasse 3 [%]	0	0
Minderung Ergiebigkeit [20%]	0	0
Zwischenergebnis GWDG20P - Ergiebigkeitsabschlag	79,3	135,6
Fläche Versalzung vollständig (Klasse 1) [km²]	0,97	28,78
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 1) [%]	0	2
Minderung Versalzung Klasse 1	0	3
Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse1-Abschlag	79,3	132,6
Fläche Versalzung teilweise (Klasse 2) [km²]	330,39	208,77
Flächenanteil Salzwasservorkommen (Klasse 2) [%]	23	14
Minderung Versalzung Klasse 2	9	9
Zwischenergebnis GWDG20P - VersalzungKlasse2-Abschlag	70,1	123,6
Gewinnbares GWD-W [Mio. m³]	70,1	123,6
Wasserversorgung in Trockenwetterperioden [Mio. m³] nach Gesamtdargebot der Trockenzeiträume (Zeile 9)	70,1	123,6
Fläche gw-nahe Böden [km²]	302,00	181,00
Flächenanteile Grundwassernahe Böden [%]	21	12
Kapillarer Aufstieg [Mio. m³]	19,7	9,8
Anteil Kapillarer Aufstieg am Gesamtdargebot	9	3
ökologische Sensitivitätsklasse ÖSK	5	5
ÖSK-Minderungsfaktor [%]	50	50
Grundsätzliche Sicherung [Mio. m³] (nach Zeile 6) zur Erhaltung gw-abhängiger Landökosysteme	105,43	141,68
Freigabe zur Förderung	105,43	141,68

Tab. 5: Ermittlung des nutzbaren Dargebot, Gebiet Ise, eigene Darstellung (2005)

Aus dem prozentualen Anteil der Fläche der grundwassernahen Böden und dem Anteil des kapillaren Aufstiegs lässt sich mit Hilfe von Tabelle 1 die ökologische Sensitivitätsklasse und somit auch der Abschlag auf das Gesamtdargebot des 30jährigen Mittels feststellen. Es ergeben sich als nutzbares Dargebot 105,43 Mio. m³ für den Grundwasserkörper Ilmenau links und 141,68 Mio. m³ für den Grundwasserkörper Ilmenau rechts.

Ein gleich hoher Anteil wird zur Sicherung der Landökosysteme zurückgehalten.

In Trockenperioden bezieht sich die Berechnung des nutzbaren Dargebots auf das Gesamtdargebot der Trockenzeiträume. Es wird also die Grundwasserneubildung der fünf trockensten Jahre verwendet. Die Verwendung des Gesamtdargebots der Trockenzeiträume nach dem 20%-Perzentil reduziert die Grundwasserneubildung in großem Umfang, um aber auch die geogenen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen, werden auch Abschläge für Versalzung und Entnahmebedingungen berücksichtigt. Es ergeben sich für den Grundwasserkörper links der Ilmenau 70,1 Mio. m³ und für den Grundwasserkörper rechts der Ilmenau 123,6 Mio. m³ als nutzbares Dargebot. An beiden Beispielen wird deutlich, dass das nutzbare Dargebot während der Trockenperioden deutlich zurückgeht.

Damit wird deutlich, dass in Zeiten der Wasserknappheit weniger Grundwasser zur Förderung bereitsteht und der Naturschutz in diesen Zeiten hinter der allgemeinen Wasserversorgung zurücktreten muss. Zu diesen Zeiten wird es keine grundsätzliche Sicherung zur Erhaltung grundwasserabhängiger Landökosysteme geben.

Welche Auswirkungen die Entnahmen auf die Fließgewässer haben, wird wiederum im zweiten Teil der hier beschriebenen Methode verdeutlicht.

Ermittlung der sensitiven Fließgewässerabschnitte

Die sensitiven Fließgewässerabschnitte werden anhand von Einzugsgebiets-Analyse, Grundwasserkörper-Analyse, Wasserhaushalts-Analyse und der abschließenden Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte bestimmt. Nach einer kurzen Gebietsbeschreibung nach morphologischen, klimatischen und geologischen Faktoren in einer Einzugsgebiets-Analyse folgen die drei Hauptpunkte Grundwasserkörper-Analyse, Wasserhaushaltsanalyse und die Ermittlung der sensitiven Abschnitte. Die Grundwasserkörper-Analyse soll hauptsächlich die statischen bzw. nur sehr langsam veränderlichen Eigenschaften der Grundwasserkörper aufzeigen. Es werden Abgrenzungen der Grundwasserkörper und der einzelnen Schichten erläutert. Die Wasserhaushaltsanalyse soll dagegen die dynamischen Eigenschaften des Grundwasserkörpers genauer erläutern. Es werden die relativ schnell veränderlichen

Punkte genannt und beschrieben. Dazu zählen die Auswertung von Ganglinien, die Erstellung von Abflussanalysen sowie eine Auswertung von Grundwasserneubildung und Grundwasserentnahmen.

Im letzten Teil wird zunächst versucht über Basisabfluss-Analyse und GIS-Auswertung auf die sensitiven Fließgewässerabschnitte aufmerksam zu machen. Wichtig ist in diesem Bereich auch die Betrachtung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses. Er zeigt an wie viel Wasser mindestens im Vorfluter verbleiben muss, damit Flora und Fauna nicht geschädigt werden.

Einzugsgebiets-Analyse

Die Einzugsgebiets-Analyse soll einen genauen Überblick über die natürlichen Gegebenheiten des Uelzener Beckens geben. Dazu zählen die Geologie, der Aufbau des Bodens und die Verteilung der Bodentypen sowie klimarelevante Faktoren wie Niederschlag und Verdunstung. Als letzter wichtiger Punkt ist hier die Landnutzung zu nennen, die sich im Laufe der letzten 1000 Jahre nachhaltig geändert hat und auch heute noch einen relativ hohen Einfluss auf das nutzbare Dargebot besitzt.

Lage des Untersuchungsgebietes

Das Einzugsgebiet der Ilmenau liegt nördlich des großen Geestrückens, der Niedersachsen von Cuxhaven aus nach Südosten in Richtung Salzwedel durchzieht. Das Untersuchungsgebiet wird im Osten durch den Höhenzug des Drawehn und im Westen durch die Hohe Heide mit dem Wilseder Berg begrenzt. Im Norden entwässert das Gebiet in die Elbe. Aufgrund seiner Lage kann das Untersuchungsgebiet auch mit dem Uelzener Becken gleichgesetzt werden. Das Gesamtgebiet hat eine Größe von knapp 3000 km² und unterteilt sich in zwei Grundwasserkörper.

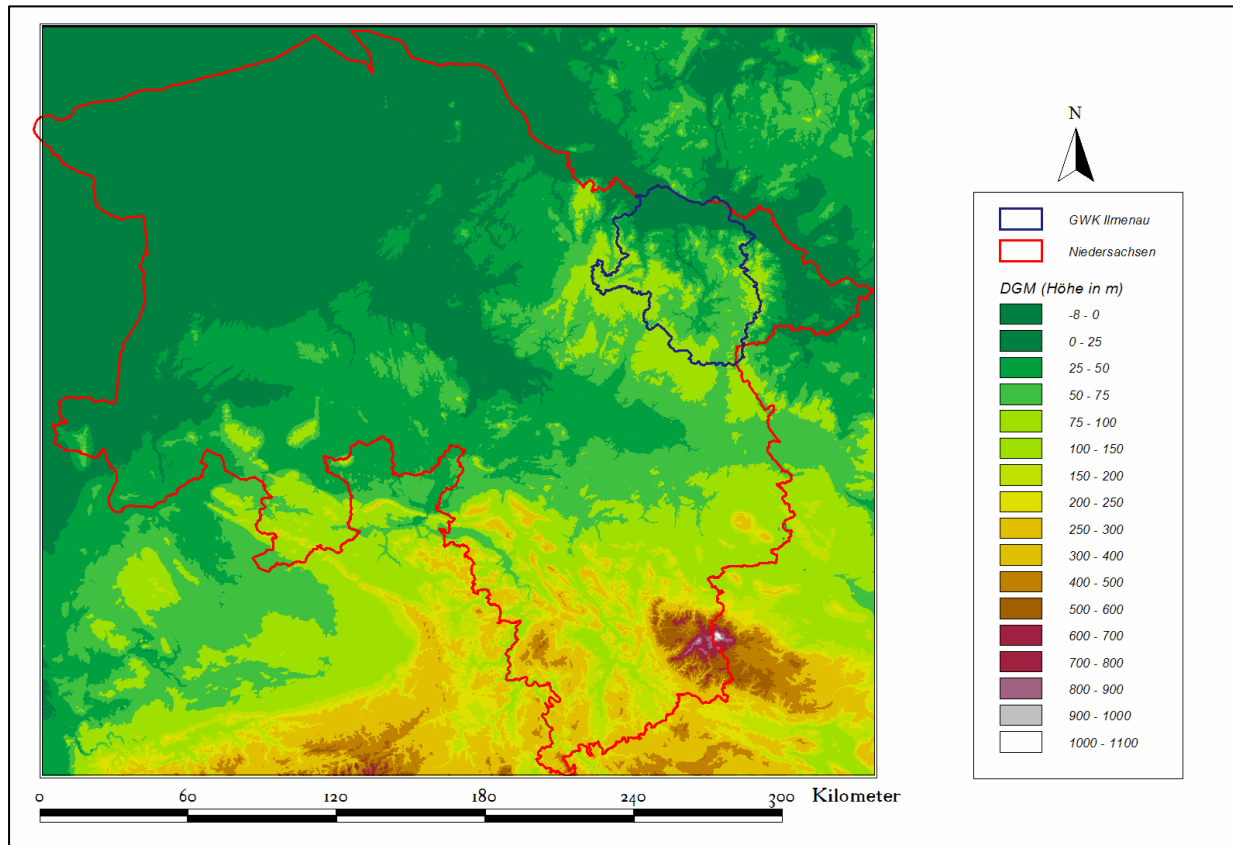


Abb. 20: Lage des Untersuchungsgebietes Ilmenau, eigene Darstellung (2005)

Geologie des Untersuchungsgebietes

Der geologische Bau des Betrachtungsraumes wird hauptsächlich durch die eiszeitlichen Ablagerungen der morphologisch höher gelegenen Geestgebiete bestimmt. Im nordöstlichen Teil bestimmen die Flussablagerungen der heutigen Elbe-Niederung und des früheren Elbe-Urstromtales den geologischen Aufbau des Untergrundes. Dünen- und Flugsande kommen gelegentlich sowohl in der Elbe Niederung, als auch auf den Geestflächen vor. Auf der Geestfläche treten lokal auch Lössflächen auf.

Ferner sind durch Ablaugungsvorgänge an hoch liegenden Salzstöcken lokal begrenzte Grundwasserversalzungen festzustellen, z.B. in der Umgebung von Lüneburg und Uelzen.

Die vom Substrat her unterschiedlichen eiszeitlichen Ablagerungen haben einen großen Einfluss auf die Hydrogeologie. Durch einen häufigen Wechsel zwischen eher

sandig-kiesigen und tonig-schluffigen Ablagerungen kommt es zu einer großen Komplexität der Grundwasserleiter (vgl. Abbildung 59). Die eiszeitlichen Rinnensysteme wurden zum großen Teil mit groben Sedimenten aufgefüllt und bieten damit gute Entnahmebedingungen, während die im Bereich der Endmoranen abgelagerten Tone und Schluffe eher eine Abdichtung des Untergrunds bewirken. Die in den Niederungen vorhandenen fluviatilen Ablagerungen sind bis in die Gegenwart aufsedimentiert worden. Im Bereich des Geestrückens hat sich zudem viel Flugsand abgelagert, der hier partiell die Bodeneigenschaften verbessert. Im Bereich der Stadt Lüneburg wird Zechstein an die Erdoberfläche gedrückt.

Boden des Untersuchungsgebietes

Im Bereich der Flussniederungen herrschen Gleye und vereinzelt auch Gleye mit Niedermoorauflagen vor. Im nördlichen Bereich, in der Elbeniederung, sind vor allem Kleimarschen, im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung auch mit Tiefenumbruch, anzutreffen. Ansonsten nehmen die Braunerden und Podsol-Braunerden den flächenmäßig größten Teil des Uelzener Beckens ein. Aus Abbildung 60 geht auch hervor, dass im Bereich des Geestrückens die Bodentypen zu einer Parabraunerde hin wechseln. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes kommen vereinzelt Niedermoores vor.

Klima

Klimageographisch befindet sich der Bereich des Uelzener Beckens in einer Wechselzone des westlichen Atlantikklimas, vorherrschend im Sommerhalbjahr, und des östlichen Kontinentalklimas, vorherrschend im Winterhalbjahr. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt im Bereich Lüneburg 9,5 °C.

Für die folgenden Betrachtungen wurden Werte für den Standort Natendorf berechnet. Dieser befindet sich zentral im Uelzener Becken gelegen. Die Berechnungen für Niederschlag, Verdunstung und der daraus resultierenden klimatischen Wasserbilanz wurden von den Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) interpoliert. Die Referenzstation des DWD liegt in Uelzen.

Niederschlag

Im Zeitraum 1881 – 1930 betrug die durchschnittliche Niederschlagsmenge an der Station Lüneburg 626 mm und für den Zeitraum 1951 – 1980 noch 612,5 mm (vergl. Cordes, H., 1997). Wie Abbildung 21 zeigt, steigt die Niederschlagsmenge seit den trockenen 70er Jahren wieder kontinuierlich an.

Verdunstung

Im selben Maß wie die Niederschläge seit den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts ansteigen, ist auch die Temperatur immer weiter angestiegen. Wurden für den Zeitraum 1881 – 1930 noch 8,4°C gemessen, stieg die Temperatur zuerst langsam auf 8,7°C im Zeitraum 1951 – 1980 und dann schneller auf durchschnittlich 9,5 °C für den Zeitraum 1981 – 1992. Dies entspricht einer Steigerung um 13 % gegenüber dem Wert aus dem vorletzten Jahrhundert.

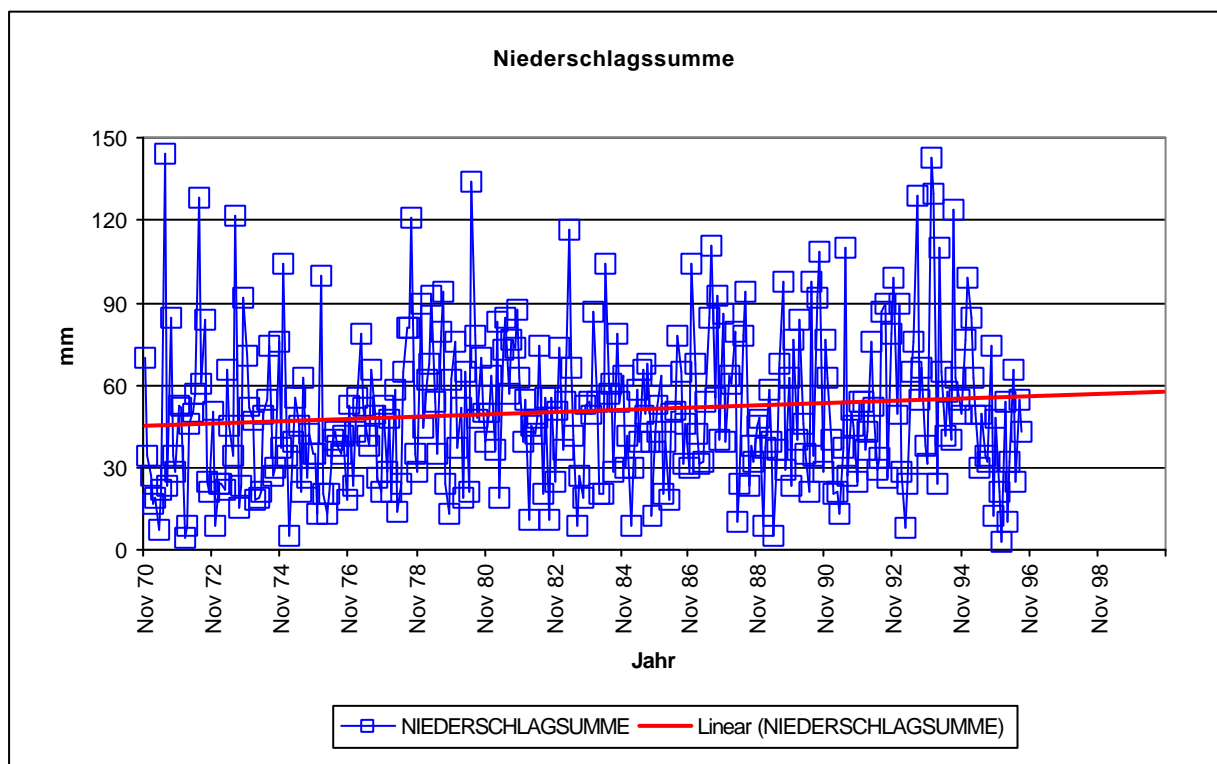


Abb. 21: Niederschlagssumme, Standort Natendorf, NLfB (2003)

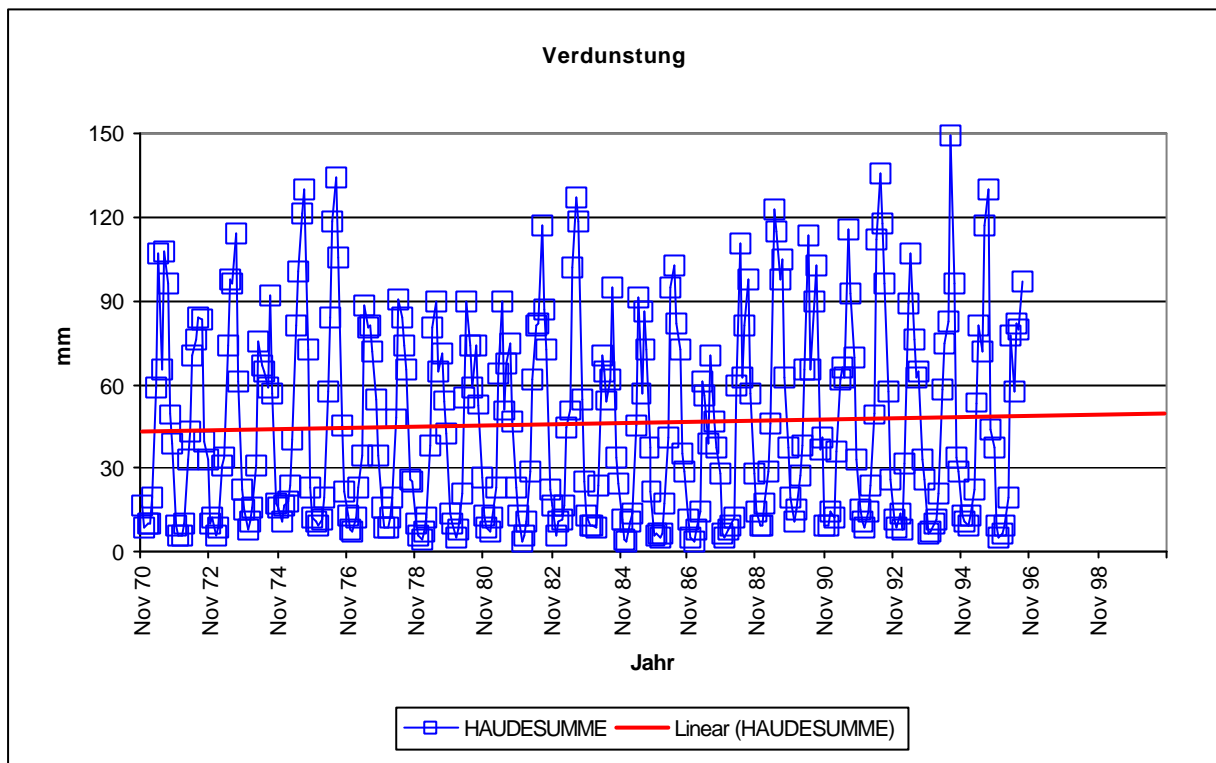


Abb. 22: Verdunstung (nach Haude), Standort Natendorf, NLfB (2003)

Dementsprechend stiegen auch die Verdunstungsraten in dem untersuchten Gebiet. Abbildung 22 zeigt, dass die Verdunstung im Zeitraum 1970 – 1996 zunimmt. Deutlich zu erkennen sind auch die verminderten Verdunstungsraten im Winter.

Es darf natürlich nicht vergessen werden, dass Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts das Little Iceage zu Ende ging und die Temperaturen damit allgemein relativ niedrig waren. Es lässt sich aber nicht leugnen, dass die Temperaturen in den letzten Jahren unverhältnismäßig schnell gestiegen sind, was in der Fachliteratur und in der Allgemeinheit auf die allgemeine Klimaerwärmung zurückgeführt wird.

Klimatische Wasserbilanz

Aufgrund der stark positiven Niederschlagsentwicklung der letzten Jahrzehnte und der steigenden Trends beim Temperaturverlauf und der damit verbundenen Verdunstungshöhe, ist die klimatische Wasserbilanz insgesamt positiv (vergl. Abb. 23).

Dieser Trend könnte ein wenig unterstützt werden, wenn bedacht wird wie hoch der aktuelle Anteil der Nadelwälder ist (siehe Kapitel Landnutzung weiter unten). Durch eine Nutzungsänderung hin zum Laubwald wäre es möglich die Verdunstungsraten weiter zu minimieren.

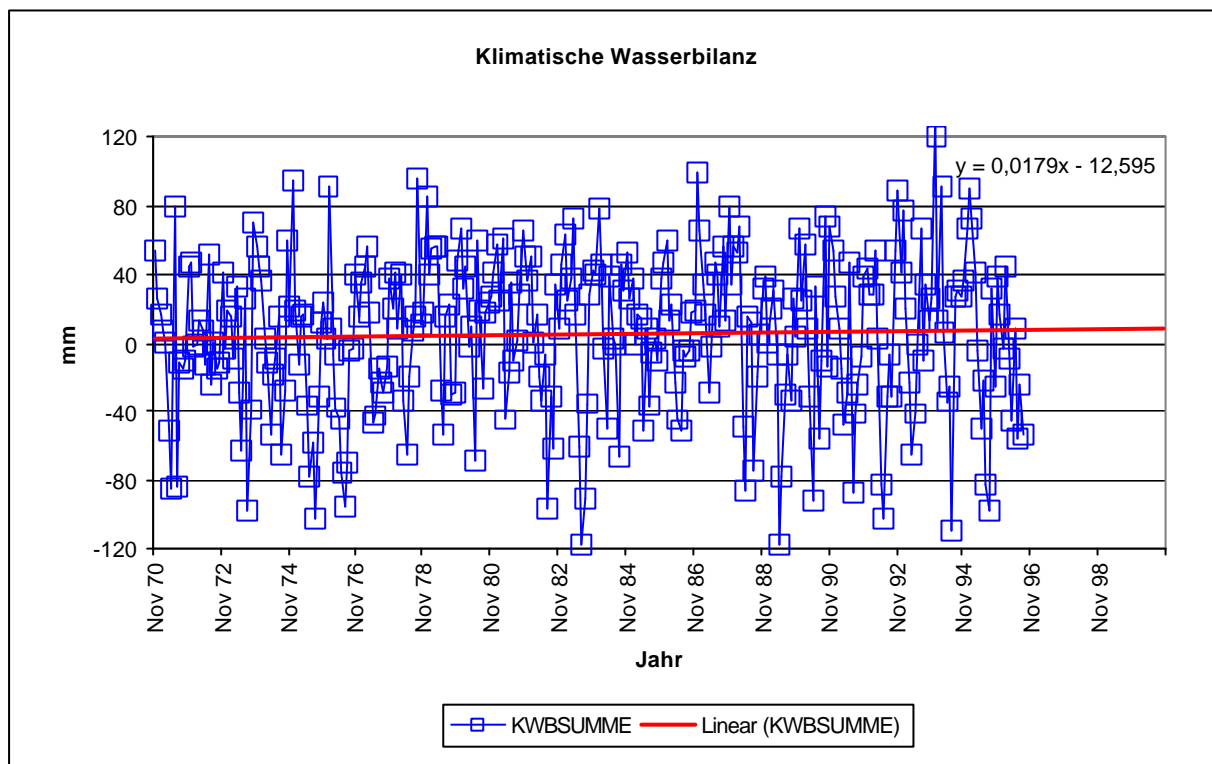


Abb. 23: Klimatische Wasserbilanz, Standort Natendorf, NLfB (2003)

Landnutzung

Der Acker-Anteil liegt im Bereich des Grundwasserkörpers NI11_02 zwischen 30% und 40% und erreicht maximal 59% im Grundwasserkörper 11_01 (vergl. Abb. 61). Der Grünlandanteil liegt in beiden Grundwasserkörpern relativ hoch und erreicht einen Maximalwert von 54%. Darüber hinaus ist mit 28-38% ein hoher Waldanteil zu verzeichnen. Der Nadelwaldanteil ist mit 28,6% Anteil an der Gesamtfläche sehr hoch. Der Laubwaldanteil erreicht im Durchschnitt nur gut 2%. Hohe Siedlungsflächen-Anteile werden nicht erreicht, sie liegen bei 12%. Sonstige Vegetation, Wasserflächen und Feuchtfächen erreichen nur wenige %-Punkte.

Grundwasserkörper-Analyse

In diesem Kapitel werden die statischen Daten wiedergegeben. Dabei handelt es sich um diejenigen Faktoren, die sich nur über einen sehr langen, geologischen Zeitraum ändern. Dazu zählen die Abgrenzungen der Grundwasserkörper, deren Schichtverteilungen und Porosität und das oberirdische Fließgewässernetz.

Als weitere Punkte werden hier auch schon das vorhandene Messstelleninventar und die anthropogenen Einflüsse, das heißt die menschlichen Eingriffe, in den Fließgewässerhaushalt mit betrachtet.

Grundwasserkörper / Oberirdische Wasserkörper

Es ist noch einmal hervorzuheben, dass die Abgrenzung des Grundwasserkörpers hauptsächlich nach hydraulischen und hydrogeologischen Maßstäben vorgenommen wurde. Dabei wurde jedoch in der endgültigen Festlegung der Grenzen wiederum Rücksicht auf die Grenzen der Gebietskörperschaften genommen, so dass sich auch hier die Grenzen des Grundwasserkörpers leicht von der Abgrenzung nach den Grundwassergleichen unterscheiden. Auffallend ist, dass sich die Grenzen des Grundwasserkörpers an der Geomorphologie orientieren.

Anzahl der Grundwasserkörper

Das Einzugsgebiet der Ilmenau setzt sich aus zwei Grundwasserkörpern (vergl. Abb. 62) zusammen. Sie werden durch die Ilmenau als Vorfluter voneinander getrennt.

Dabei handelt es zum einen um den westlich der Ilmenau liegenden Grundwasserkörper mit der Bezeichnung NI11_02 (Bezeichnung nach EU-WRRL) und zum anderen um den östlichen GWK mit der Bezeichnung NI11_01.

Der Grundwasserkörper NI11_02 hat eine Größe von 1519,31 km² und der Grundwasserkörper NI11_01 hat eine Größe von 1464,87 km².

Mächtigkeiten der Grundwasserkörper

Elster- und Saaleeiszeit hinterließen eine durchschnittlich 70 m mächtige Decke glazialer Lockersedimente, in den quartären Rinnen werden Mächtigkeiten bis zu 300 m erreicht. Die Aquiferbasis in den Rinnenstrukturen bilden miozäne Tone und Schluffe. Der hydrogeologische Bau der Lüneburger Heide ist außerordentlich komplex. Teilweise ist der gesamte quartäre Aquifer bis an die Basis der quartären Rinnen durchgängig sandig-kiesig und ohne bindige Trennschichten. In anderen Gebieten wiederum kann er in bis zu fünf Stockwerke untergliedert sein, wobei die quartären Aquifere der Rinnen oft in hydraulischem Kontakt mit den tertiären Aquiferen stehen.

Porosität der Grundwasserkörper

Bei den untersuchten Grundwasserkörpern handelt es sich um überwiegend mehrstöckige, lokal aber auch ungegliederte Lockergesteinsaquifere, deren höheres Stockwerk in pleistozäne Sande und Kiese und die tieferen Stockwerke in Braunkohlensande oder pleistozäne Rinnenfüllungen unterteilt werden können.

Grundlage für die Karte der Entnahmebedingungen (Abb. 64) ist die hydrogeologische Durchlässigkeit, die wiederum auf die Geologische Karte zurückgeführt werden kann. In Abbildung 63 sind die Durchlässigkeiten für das Uelzener Becken dargestellt. Eine Erläuterung der Klassen befindet sich auf Seite 65

Lediglich an vereinzelten Stellen sind ungünstige Entnahmebedingungen vorhanden. Diese sind im Bereich um Lüneburg auf den aufgestiegenen Salzdom zurückzuführen. Ansonsten sind fast im gesamten Untersuchungsgebiet sehr gute Entnahmebedingungen anzutreffen. Dazu heißt es in der Karte der Entnahmebedingungen (NLfB, 2004): „Sie herrschen dort, wo sehr mächtige, gut Grundwasser leitende Schichtpakete vorhanden sind. Diese Verhältnisse sind in Niedersachsen in den Räumen Lüneburg und Aurich gegeben, wo quartäre und tertiäre überwiegend sandige Grundwasserleiter einen mächtigen Leiterkomplex bilden, der im Bereich von quartären Rinnensystemen noch vertieft und mit grobem Sedimentmaterial verfüllt ist. In diesen Gebieten können sehr große Grundwassermengen auf Dauer bei relativ geringer Absenkung gefördert werden, weil auch die entsprechende Nachlieferung aus der

Grundwasserneubildung gewährleistet ist. Die sehr guten Entnahmebedingungen entsprechen Transmissivitäten von über 100 m²/h.“

Anzahl / Größe der oberirdischen Wasserkörper

Der oberirdische Grundwasserkörper der Ilmenau ist ein Teil des Elbeeinzugsgebietes, welches in die Nordsee entwässert. Oberirdisch sind die Grenzen der Einzugsgebiete (EZG) nach der Geomorphologie ausgerichtet. Im Süden grenzt das EZG an den Geestkörper, der hier auch eine wichtige Wasserscheide zwischen Elbe- und Wesereinzugsgebiet ist. Wie aus Abb. 65 hervorgeht, lässt sich das Ilmenau-EZG in kleineren Teileinzugsgebieten unterteilen.

Herauszuheben ist hier der Elbe-Seitenkanal, der aus der Betrachtung herausfällt, da er größtenteils abgedichtet ist. In der nachfolgenden Betrachtung stimmt die Größe des oberirdischen EZG mit der Größe des GWK überein. Dies wurde in Zusammenarbeit von dem Umweltministerium und dem NLfB festgelegt.

Zwischenschichten / Stockwerke

Es gibt gemäß der EU-WRRL lediglich ein zu betrachtendes Stockwerk. Eine weitere Betrachtung der tieferen Stockwerke wird in der EU-WRRL nicht erwähnt. Der GWK Ilmenau besitzt jedoch bis zu fünf Stockwerke, die teilweise über hydrogeologische Fenster miteinander verbunden sind. Durch die unterschiedlichen Drucksituationen kann es zu einem erhöhten Austausch zwischen den einzelnen Stockwerken kommen.

Darüber hinaus bestehen Zusammenhänge zwischen dem Grundwasser und dem Oberflächenwasser. Dies lässt sich an der Flurabstandskarte nachvollziehen.

Fließgewässernetz

Das Fließgewässersystem ist im Süden weit verzweigt und reicht von den Höhen des Geestrückens im Süden bis zur Mündung der Ilmenau im Norden. Die Ilmenau hat eine Länge von ca. 113 km von der Quelle der Aue im Süden des Untersuchungsge-

bietes bis zur Mündung. Darüber hinaus fließt in dem Untersuchungsgebiet die Luhe. Sie liegt westlich der Ilmenau. Sie hat eine Länge von 59 km und mündet wie die Ilmenau auch in die Elbe. Wie in Abbildung 66 zu sehen ist, ist das Gewässernetz im Süden des Untersuchungsgebietes stark natürlich verzweigt. Im Norden, im Niederungsgebiet der Elbe, ist das Gewässernetz dagegen gradlinig und sehr dicht. Hier sind zum großen Teil Entwässerungsgräben zu finden, die das morphologisch tief liegende Gebiet entwässern.

Messstelleninventar (oberirdisch)

Ein weiterer Parameter bei der Bewertung von Wasserhaushaltsbilanzen ist der Abfluss in den Oberflächengewässern. Da für kleinräumige Analysen kein ausreichendes Datenmaterial an Oberflächengewässern zur Verfügung steht, sind in dieser Auswertung Daten der Gewässerpegel herangezogen, die der NLWK im Uelzener Becken betreibt. Abbildung 67 zeigt die Verteilung der Pegelstandorte im Untersuchungsgebiet. Es fällt auf, dass sich einige Standorte auf die Elbe beziehen und nur wenige Pegel das Abflussgeschehen entlang kleinerer Vorfluter widerspiegeln. Die gesamte Ilmenau wird durch lediglich drei Pegel repräsentiert. Dies ist angesichts der Länge des Flusses und der zahlreichen einmündenden Vorfluter zu wenig, um eine vernünftige Bilanzierung über den Fließgewässerquerschnitt anfertigen zu können.

Messstelleninventar (unterirdisch)

Eine erste Betrachtung des Grundwassermessstellenpotenzials zeigt eine gleichmäßige Verteilung der Messstellen über das gesamte Untersuchungsgebiet (vergl. Abb. 68).

Abbildung 69 zeigt allerdings, dass von diesen Messstellen einige aufgrund ihrer zu kurzen Zeitreihe nicht auswertbar sind. Die Mindestlänge von Zeitreihen wurde für die Anfertigung des C-Berichtes für die EU-Wasserrahmenrichtlinie auf 30 Jahre festgelegt. Darüber hinaus kann in Abb. 69 erkannt werden an welchen Messstellen der Grundwasserspiegel in den letzten 30 Jahren stark gefallen ist. Dies ist hauptsächlich im Bereich des Drawehn im östlichen Untersuchungsgebiet der Fall. Aufgrund

der vielen im Grundwasserkörper NI11_01 (östlich der Ilmenau) stark negativen Trends, wurde dieser GWK im Bericht als potenziell gefährdet eingestuft (rot eingefärbte Punkte).

Zeitreihen der Grundwasserganglinien

In den Abbildungen 24 und 25 sind zwei Grundwasserganglinien für den Zeitraum 1970 – 2000 dargestellt. Abb. 24 zeigt die Ganglinie für die Messstelle Allenbostel. Diese Messstelle liegt direkt im Uelzener Becken. Wie gut zu erkennen ist, hat diese trotz eines Rückgangs des Grundwasserstands in der Mitte der 70er Jahre über die Gesamtbetrachtung einen steigenden Trend.

Abbildung 25 zeigt dagegen die Messstelle Himbergen am östlichen Rand des Uelzener Beckens auf dem Höhenzug Drawehn. Deutlich zu erkennen ist hier der stark fallende Trend. Auch die sommerlichen Absenkungen sind zu sehen, ebenso wie die Auffüllung des Grundwasserspeichers im Winter. Auch hier bildet sich die Trockenzeit der 70er Jahre ab.

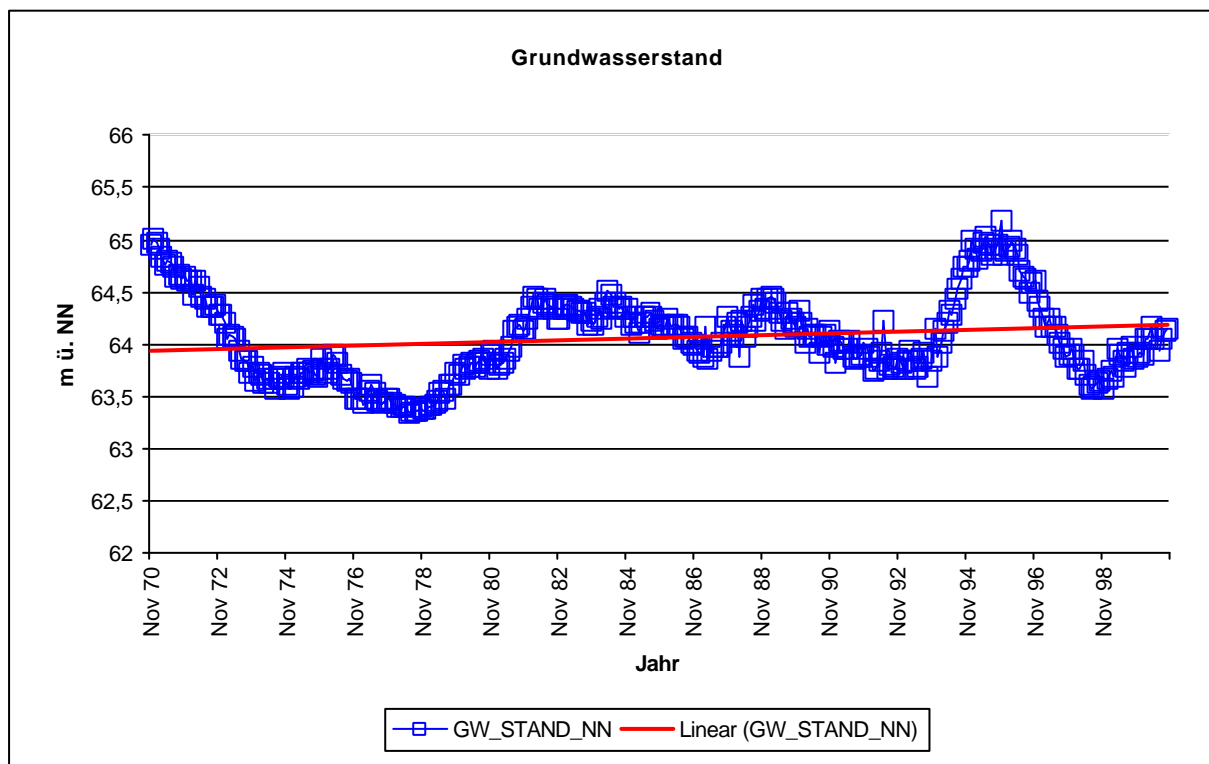


Abb. 24: Grundwasserganglinie Allenbostel nach NLfB 2003

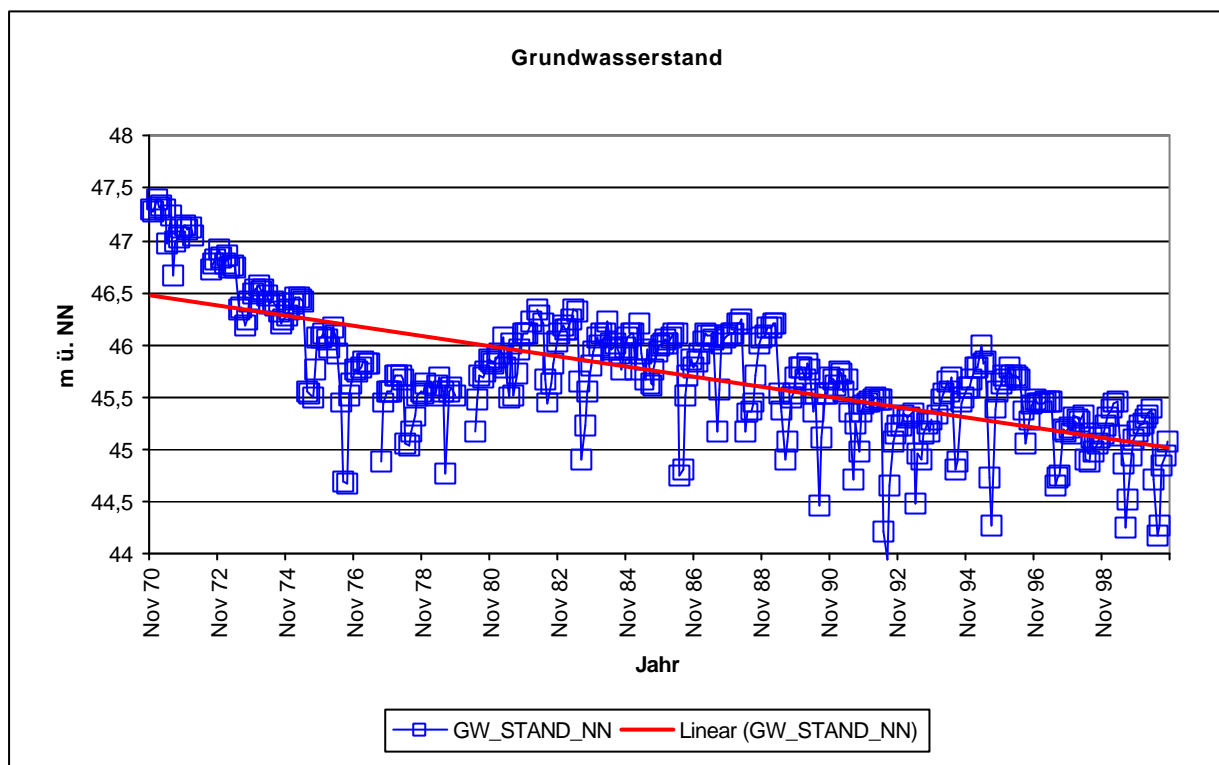


Abb. 25: Grundwasserganglinie Himbergen nach NLfB (2003)

Zeitreihen der Oberflächengewässer

Abbildung 26 zeigt das Abflussverhalten am Pegel Bienenbüttel. Dargestellt ist der Mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ). Die Trendgerade zeigt, dass der Niedrigwasserabfluss in der Zeit von 1960 bis 1990 um $0,02 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ zurückgeht. Es ist jedoch zu beachten, dass vor allem in der Mitte der 70er Jahre extreme Niedrigwasserabflüsse aufgrund der geringen Niederschläge verzeichnet wurden und darüber hinaus der Anfangswert zu Beginn der 60er Jahre relativ hoch liegt. Auch fehlen in der Darstellung neuere Werte. Insgesamt betrachtet ergibt sich jedoch durchweg ein negativer Trend, dessen Ursache bisher nicht weiter ermittelt wurde.

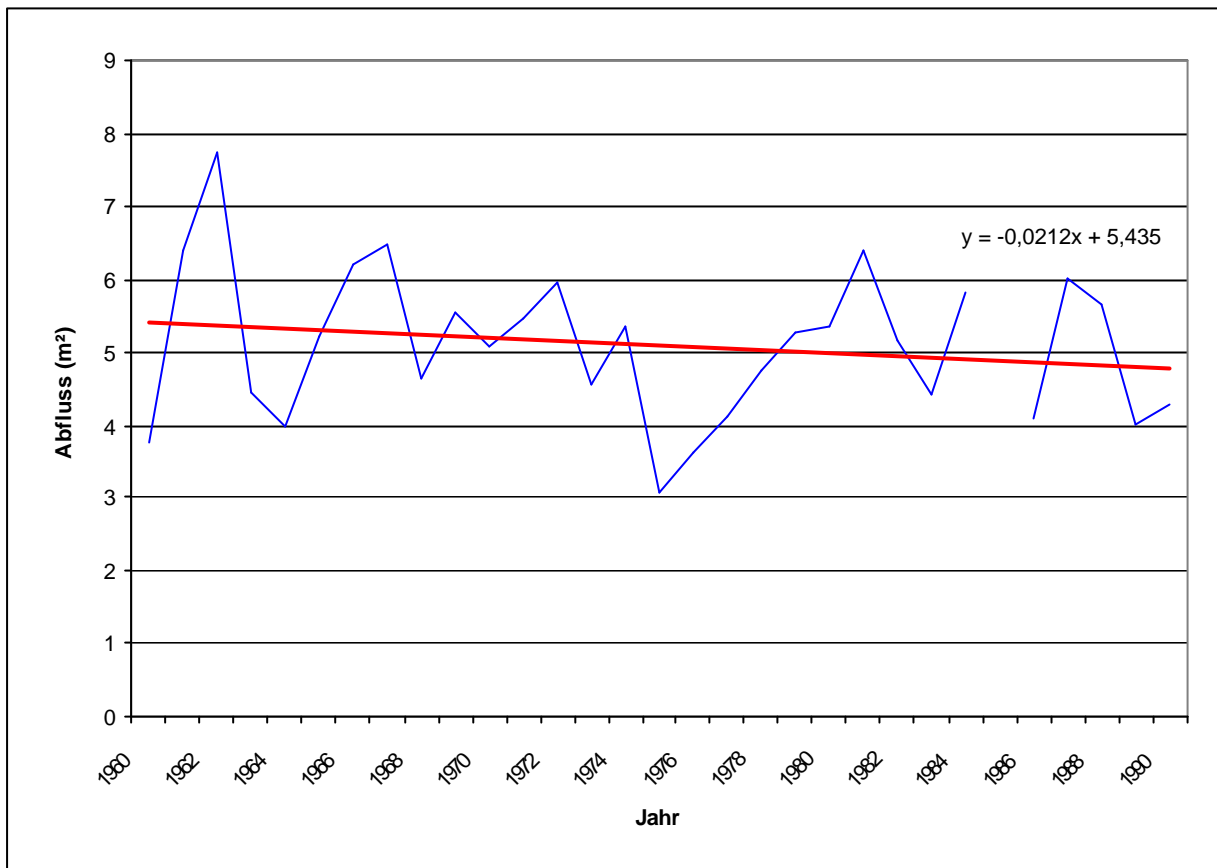


Abb. 26: Abflussganglinie am Pegel Bienebüttel, NLWK (2003)

Wasserwirtschaftlich relevante Einflüsse

Abbildung 70 (im Anhang) zeigt die vielen Schnittpunkte zwischen den verschiedenen Vorflutern und den zahlreichen Straßen. Es muss davon ausgegangen werden, dass an diesen Schnittpunkten eine Veränderung der Gewässersohle und des Querschnitts vorgenommen wurde. Damit kommt es an diesen kurzen Fließgewässerabschnitten zu Veränderungen im Fließverhalten, was wiederum einen Einfluss auf die Lebensgemeinschaften in diesen Teilstücken hat.

Es muss damit gerechnet werden, dass in dem Untersuchungsgebiet immer noch vereinzelte Ausbaumaßnahmen durchgeführt werden. Das Gebiet ist jedoch zu groß, um auf einzelne Maßnahmen einzugehen bzw. die Auswirkungen von Bodenverbesserungsmaßnahmen wie z.B. Melioration oder Dränage für die einzelnen Fließgewässerabschnitte zu beschreiben.

Wasserhaushaltsanalyse

In der Wasserhaushalts-Analyse wird genauer auf den Grundwasserhaushalt eingegangen. Die Grundwasserneubildung nach den Verfahren Growa und Dörhöfer/Josopait wird hier kurz erläutert. Die Grundwasserdynamik wird anhand der Grundwassergleichen dargestellt und auf damit verbundene Abweichungen in der Abgrenzung der Grundwasserkörper aufmerksam gemacht. Um eine Bilanzierung durchführen zu können, werden die Entnahmen in ein Verhältnis zur Neubildung gesetzt.

Grundwasserneubildung

In der westlichen Lüneburger Heide liegt die Neubildungsrate vor allem im Bereich der sandig-kiesigen Gletscherablagerungen zwischen 150 – 300 mm/a, eine Überdeckung mit Geschiebelehm reduziert diesen Wert jedoch auf 50-150 mm/a. In der östlichen Lüneburger Heide übersteigt die Neubildungsrate aufgrund der geringeren Niederschläge kaum Werte von 100-150 mm/a.

In Abb. 71 zeigt sich, wie auch schon in Abb. 42 für das Untersuchungsgebiet Ise, dass Growa für die Niederungsgebiete höhere Neubildungsraten wiedergibt, als das Verfahren nach Dörhöfer/Josopait.

Dagegen werden die Neubildungsraten für die Höhenlagen des Geestrückens durch das Verfahren nach Dörhöfer/Josopait deutlich überschätzt.

Grundwasserneubildung nach Growa

Abbildung 72 zeigt die Grundwasserneubildung nach dem Verfahren Growa. Deutlich ist die äußerst geringe Neubildung im Bereich der Elbeniederung zu erkennen. Da aufgrund des hydrostatischen Drucks hauptsächlich aufsteigende Wässer vorherrschen, kommt es hier zu relativ geringen Flurabständen und damit auch zu niedrigen Grundwasserneubildungsraten. Diese sind jedoch nicht nur im Bereich der Elbeniederung, sondern in fast allen Flussniederungen zu erkennen.

Nach Südwesten und Westen hin steigt die Grundwasserneubildung stärker an. Dieses ist zum einen auf die höheren Niederschläge am Geestrücken zurückzuführen. Zum anderen macht sich hier die Entfernung zu nächsten Vorfluter bemerkbar. Der Flurabstand ist deutlich höher als in den Niederungen. Der äußerste Nordosten ist nicht dargestellt, da die Elbe als Hauptvorfluter diesen Bereich abgrenzt und davon auszugehen ist, dass es zu keiner Austauschbewegung unterhalb dieser Hauptwasserscheide in den südwestlich gelegenen Grundwasserkörper kommt

Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait

Wie auch schon in der vorangegangenen Beschreibung der Grundwasserneubildung nach Growa ist in Abb. 73 die deutlich verringerte Grundwasserneubildung im Niederungsgebiet der Elbe zu erkennen.

Es ist zwar zu erkennen, dass die Neubildungsraten nach Westen hin leicht zunehmen, die Unterteilung in Klassen ist allerdings wenig hilfreich, so dass Feinheiten in der Grundwasserneubildung untergehen.

Dagegen ist es im Verfahren nach Growa möglich eine deutlich höhere Auflösung zu wählen.

Grundwasserdynamik

Wie bereits erwähnt, wurden die Grundwasserkörper in ihrer Abgrenzung mehrfach verändert. Daraus ergeben sich Abgrenzungen, die nicht mehr mit den Grundwassergleichen übereinstimmen. Das Ergebnis ist in Abb. 74 zu sehen. Dargestellt sind die Einzugsgebiete von Ilmenau und Luhe. Der Geestrücken hebt sich deutlich ab und auch der Abfall der Grundwassergleichen zur Elbeniederung ist sichtbar. Es ist allerdings auch erkennbar, dass z.B. im Bereich des Drawehn die Abgrenzung des GWK zu weit östlich ist. Auch die Abgrenzung des GWK in südwestlicher Richtung deckt sich nicht mit dem Verlauf der Grundwassergleichen.

Flurabstand

Der Flurabstand für das Untersuchungsgebiet Ilmenau kann nicht dargestellt werden, da es für dieses Gebiet noch keine Flurabstandskarte gibt. Diese wird zurzeit am NLfB erarbeitet. Als Grundlage für die Flurabstandskarte wird dazu zunächst die Hydrogeologische Karte im Maßstab 1:50.000 erstellt.

Grundwasserentnahmen

Ein wichtiger Punkt um eine Bilanzierung durchführen zu können ist die Menge des entnommenen Grundwassers. Dabei spielt zunächst keine Rolle zu welchem Zweck das Wasser entnommen wird.

In den Grundwasserkörpern NI11_01 und NI11_02 lagen im Jahr 2003 Rechte über eine Entnahmemenge von insgesamt 94,24 Mio. m³ vor. Der Anteil der Entnahmen für Trinkwasserzwecke betrug 24,77 Mio. m³ oder 26 % der gesamten genehmigten Menge. Besonders im nördlichen und westlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden große Mengen für Trinkwasserversorgung durch die Hamburger Wasserwerke entnommen.

Insgesamt beträgt der Anteil der genehmigten Entnahmen an der Grundwasserneubildung 27 % bei GWK NI11_01 bzw. 23 % bei GWK NI11_02.

Abflussmengen

Abbildung 27 zeigt den mittleren Niedrigwasserabfluss am Pegel Bienenbüttel. Dieser liegt zentral im Uelzener Becken rund 20 km nördlich von Uelzen. Man kann auf dieser von 1960 bis 1990 reichenden Zeitreihe deutlich den leicht negativen Trend erkennen, der sicherlich auch auf die Trockenperiode in den 70er Jahren sowie die fehlenden Daten Mitte der 80er Jahre zurück zu führen ist. Es fällt allerdings auch auf, dass die Anfangswerte relativ hoch sind. Daraus lässt sich schließen, dass zu diesem Zeitpunkt entweder noch höhere Niederschlagsmengen vorhanden waren als in späteren Zeiträumen oder aber die Entwässerungsmaßnahmen zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen waren. Abbildung 21 hat gezeigt, dass die Niederschlagssummen in dem untersuchten Zeitraum eher ansteigen.

Betrachtet man darüber hinaus die Zeitreihe unter Ausschluss des Beginns der 60er Jahre, kann man zu dem Schluss kommen, dass sich hauptsächlich die Entwässerungs- und Bodenverbesserungsmaßnahmen in dieser Darstellung widerspiegeln.

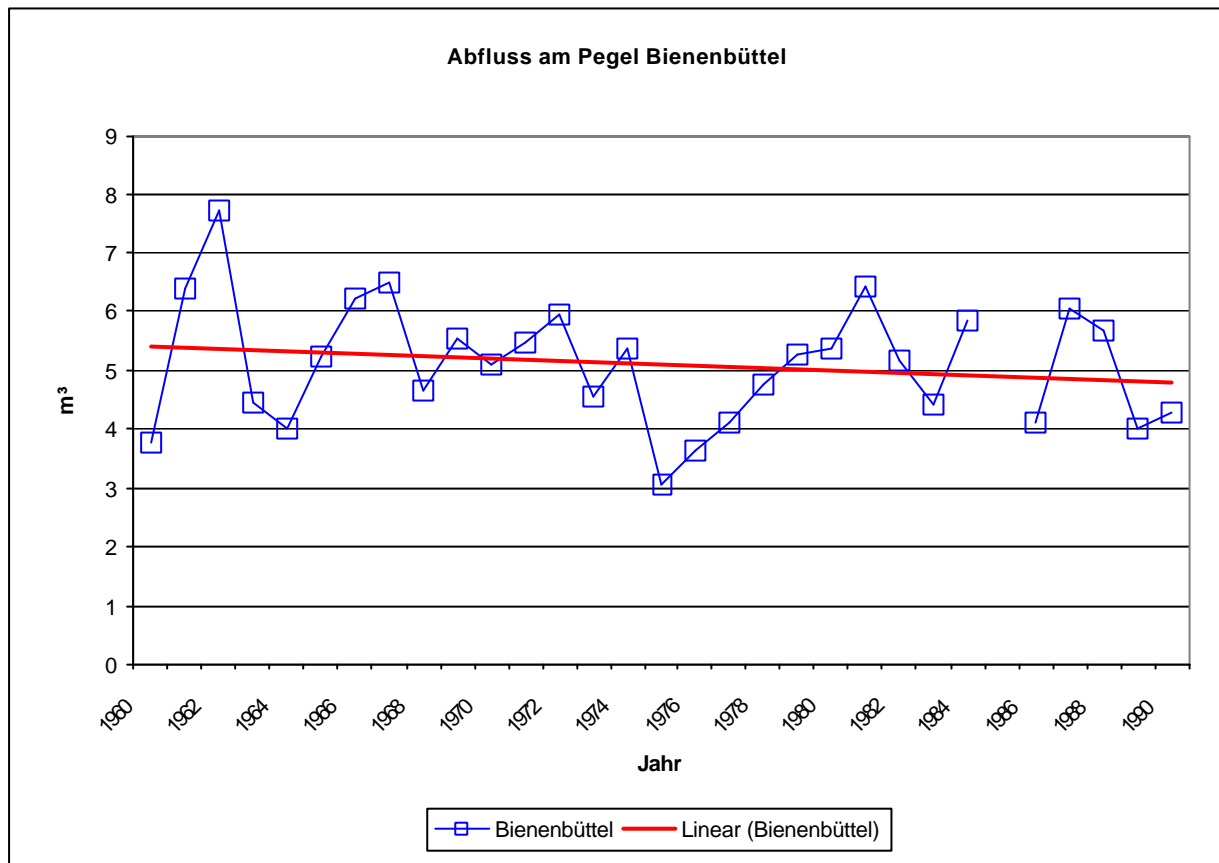


Abb. 27: Mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ) am Pegel Bienebüttel, Gewäss. kundl. JB. (2003)

Sensitivitätsanalyse

Die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen sollen in den folgenden Kapiteln unter Zuhilfenahme von Basisabflussanalysen und der Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte ermittelt werden.

Basisabflussanalyse

In Abb. 75 ist der Zustrom der einzelnen oberirdischen Teileinzugsgebiete zur Ilmenau dargestellt. Auffällig sind die großen Ausschläge in den Bereichen, in denen größere Vorfluter mit einem weiten Einzugsgebiet in die Ilmenau münden. An diesen

Stellen entwässern entweder große Gebiete oder Gebiete mit einer hohen Neubildung in die Ilmenau.

Schon in dieser Abbildung sind die Bereiche zu erkennen, die durch einen geringen Basisabfluss auffallen. Diese Bereiche sind eventuell als besonders gefährdet zu betrachten, da hier der Flora und Fauna nicht genügend Wasser in den Vorflutern zur Verfügung steht. Abbildung 76 zeigt die aufsummierten Abflüsse. Sie erreichen an der Mündung einen Gesamtabfluss von knapp 40 Mio. m³. Dieser berechnete Wert lässt sich jedoch nicht überprüfen, da es im Bereich der Mündung der Ilmenau keinen Pegel gibt, der die Abflussmengen erfasst. In beiden Darstellungen fällt der hohe Zufluss der Luhe auf, die wenige Kilometer vor der Mündung der Ilmenau in die Elbe in die Ilmenau entwässert.

Ermittlung sensativer Gewässerabschnitte

Die sensitiven Fließgewässerabschnitte wurden wiederum durch eine Verschneidung im Geographischen Informationssystem ArcView bestimmt. Hierzu wurden die folgenden Eingangsparameter benutzt: Hangneigung (oder alternativ ein DGM), Nutzung (aus einem Atkis oder über die Corine-Landcoverdaten), Flächenshapes, die die Sensitivität von Flora und Fauna kennzeichnen (in diesem Fall die kapillare Aufstiegsrate) sowie das Fließgewässersystem.

Abbildung 77 zeigt das Fließgewässersystem im Bereich des Uelzener Beckens. Wie schon am Beispiel der Ise erläutert, wurde zunächst das Gewässersystem mit den als sensitiv gekennzeichneten Bereichen verschnitten. Für diesen Zweck wurden Daten verwendet, die im Methoden Management System (MeMaS) des NLFb vorliegen und die Gebiete kennzeichnen, die einen kapillaren Aufstieg besitzen. Man kann davon ausgehen, dass in diesen Gebieten Vegetationsformen wie z.B. Auenwälder, Niedermoore oder Feuchtwiesen vorherrschen. Alle Fließgewässer, die außerhalb dieser Flächen liegen, wurden nicht in die weitere Betrachtung miteinbezogen. Das Ergebnis dieser ersten Verschneidung ist in Abbildung 78 dargestellt.

In einem zweiten Schritt wurden die noch vorhandenen Fließgewässerabschnitte mit der Landnutzung verschnitten. Hierbei wurden nur diejenigen Flächen, die nicht anthropogen geprägt sind, weiterverwendet da es sich dabei um Flächen handelt, die

auch weiterhin ein Schutzpotenzial besitzen bzw. die noch geschädigt werden können. Es wird angenommen, dass es in den Bereichen der städtisch geprägten Flächen, Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen zu keiner weiteren Schädigung der Fließgewässer kommen kann. Darüber hinaus sind die Fließgewässer in diesen Gebieten zum Teil mit einer Betonsohle versehen, so dass der natürliche Lebensraum ohnehin eingeschränkt ist.

Mit den vorangegangenen Verschneidungen wurde die Sensitivität in Bezug auf die Ökosysteme bearbeitet. Um einen Bezug zu den Fließgewässern herzustellen und die Gewässerabschnitte auszuschließen, die sich in den Niederungen befinden, in denen es ohnehin zu einem vertikalen Aufstieg des Grundwassers in den Vorfluter hinein kommt, wurde das Gewässersystem mit der Hangneigung verschnitten. Für die folgende Verschneidung wurde die Hangneigung nach Flächen unterschieden, die einen Winkel größer oder kleiner von 1° aufweisen. Hangneigungen unter 1° wurden dabei nicht berücksichtigt. Damit sollte sichergestellt werden, dass Gewässerabschnitte hinter Wehren oder Staumauern nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind Bereiche mit größeren Hangneigungen meistens charakteristisch für die Quellbereiche, die auch eine erhöhte Sensitivität besitzen, da sie sehr anfällig für Wasserstandsänderungen sind. Die entsprechenden Flächen sind in Abb. 79 dargestellt.

Das Ergebnis dieser Verschneidung sind die Fließgewässerabschnitte, die als besonders sensitiv gekennzeichnet werden können. Zur Überwachung der sensitiven Gewässerabschnitte und um eventuell Maßnahmen gegen ein „Trockenfallen“ dieser Gewässerabschnitte zu vermeiden, ist es sicherlich hilfreich nur längere Abschnitte zu betrachten. Aus diesem Grund kann man abschließend alle sensitiven Gewässerabschnitte mit einer Länge kleiner 100 m aus der Darstellung entfernen.

Dies macht insofern Sinn, da keine Verbesserungsmaßnahmen auf kurzen Fließgewässerabschnitten durchgeführt bzw. bezahlt werden können.

Wie Abbildung 80 zeigt, liegen die sensitiven Abschnitte im Gegensatz zu dem Ergebnis des Ise-Gebiets auch im Bereich der Niederungen.

Wie schon bei der Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte der Ise wurden auch bei dieser Betrachtung die Auswirkungen von Absenkrichtern durch großflächige Wasserentnahmen aus dem oberen Grundwasserleiter vorerst nicht betrachtet. Es ist abschließend wiederum möglich die Sensitivität über den Faktor Länge des gefährdeten Fließgewässers in Metern pro Quadratkilometer Grundwasserkörper festzustellen. Demnach besitzt der GWK NI11_01 mit 17,6 m/km² eine niedrige Sensitivität, während der GWK NI11_02 mit einem Wert von 106,97 m/km² Grundwasserkörper eine relativ hohe Sensitivität besitzt.

Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestabflusses

Zur Bestimmung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses wurde, wie schon erwähnt, das in der ehemaligen DDR verwendete Verfahren benutzt. Als Mindestwasserabfluss wurde eine Abflussspende von 1l/s * km² bezogen auf ein Einzugsgebiet festgesetzt. Das entsprach in der DDR ungefähr einem Drittel der Neubildung. Aufzeichnungen über die Vorgehensweise sind jedoch nicht vorhanden, so dass dieses Verfahren nicht näher beschrieben werden kann. Umgerechnet auf das Untersuchungsgebiet Ilmenau ergibt sich das folgende Bild:

Abbildung 81 zeigt den Grundwasserkörper Ilmenau. Dieser ist in kleinere oberirdische Einzugsgebiete unterteilt. Zunächst wurde die Grundwasserneubildung für diese einzelnen Teileinzugsgebiete (TEZG) berechnet. Nach der Umrechnung der Mengen in eine Abflussspende mit der Einheit l/s*km² wurde von dieser so berechneten Menge 1 l/s*km² abgezogen.

Mindert man die berechneten Mengen noch um die aktuelle Entnahmenmenge, ergibt sich ein leicht verändertes Gesamtbild (vergl. Abb. 82). Man erkennt deutlich die gefährdeten Bereiche, die in den Abbildungen grün dargestellt sind.

Im Gegensatz zu den TEZG der Ise fallen nicht so viele Gebiete trocken. Es ist jedoch zu bedenken, dass die im Bereich Ilmenau berechnete Neubildung größer ist. Lediglich der große Bereich der Elbeniederung sowie eine Teilfläche südlich von Lüneburg fallen negativ auf. Die Neubildungsraten sind hier deutlich geringer, da es zu einem starken kapillaren Aufstieg des Grundwassers kommt. Insgesamt ergibt sich noch ein relativ homogen erscheinendes Gesamtbild. Die noch zur Verfügung ste-

henden Abflussspenden scheinen insgesamt ausreichend groß genug. Nach dieser Berechnung ist lediglich das Gebiet im nördlichen Drawehn gefährdet.

Wie schon erwähnt gibt es noch weitere Methoden zur Bestimmung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses. Am sinnvollsten erscheint das Verfahren zur „Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose-Modell“ aus den DVWK-Schriften Nr.123 von 1999. Aufgrund der sehr umfangreichen Datengrundlage zur Bearbeitung konnte dieses Verfahren nicht berücksichtigt werden. Informationen zu den charakteristischen Lebensgemeinschaften in den unterschiedlichen Gewässern sind in Niedersachsen scheinbar nicht vorhanden. Darüber hinaus bleibt fraglich, ob es sich auf größere Gebiete, wie z.B. die Grundwasserkörper in ihrer jetzigen Abgrenzung, übertragen lässt.

Eventuell beschäftigt sich ein Nachfolgeprojekt mit der Charakterisierung der Fließgewässer nach den biologischen Gesichtspunkten.

Zusammenfassung und Fazit

Klima

Entgegen dem Trend des Betrachtungsraumes Ise sind im Uelzener Becken seit Mitte der 70er Jahre leicht steigende Niederschlagsmengen verzeichnet worden. Da jedoch auch in einem stärkeren Maß die Temperaturen ansteigen, steigt auch die Verdunstung an, was sich wiederum negativ auf die klimatische Wasserbilanz auswirkt. Da auch für die nächsten Jahrzehnte ein Temperaturanstieg erwartet werden kann wird die Grundwasserneubildungsrate rückläufig sein. Ich stütze mich mit dieser Behauptung auf die seit einiger Zeit in der Tagespresse geführte Diskussion um einen weltweiten Temperaturanstieg.

Fazit: Eine zurückgehende Grundwasserneubildung ist in den nächsten Jahren wahrscheinlich.

Geologie und Hydrogeologie

Die eiszeitlichen Ablagerungen sorgen durch ihre häufigen Wechsel zwischen eher sandig-kiesigen und tonig-schluffigen Ablagerungen für eine hohe Komplexität des Grundwasserleiters. Darüber hinaus entfaltet sich im Untersuchungsgebiet ein eiszeitliches Rinnensystem, das mit groben Sedimenten aufgefüllt ist. Durch die sowohl morphologische, als auch geologische Abgrenzung des Einzugsgebietes der Ilmenau entsteht eine Beckenlage, die nur nach Norden entwässert. Im Bereich der Flussniederungen herrschen hauptsächlich holozäne Flussablagerungen vor. Im Zentralbereich des Uelzener Beckens wurden Löss und Sandlöss abgelagert, im Bereich der Elbeniederung auch Flugsande. Lediglich im Bereich um Lüneburg kommen Trias und Zechstein an die Oberfläche.

Durch die Beckenlage kann Grundwasser in den Randbereichen des Untersuchungsgebietes auch in tiefere Stockwerke infiltrieren. Im Zentrum des Beckens strömt das Grundwasser durch die hydraulische Aufstiegsbewegung in die Vorfluter ein.

Auswirkungen durch Grundwasserentnahmen pausen sich im oberen, freien Stockwerk bis an die Erdoberfläche durch und bilden dort einen charakteristischen Absenktrichter. Damit kann es hier zu Auswirkungen auf Flora und Fauna kommen.

Fazit: Auswirkungen auf Flora und Fauna sind eher in den Hochlagen an den Rändern des Untersuchungsgebietes zu erwarten.

Böden und Vegetation

In den Niederungsbereich der Vorfluter sind größtenteils vergleyte Böden anzutreffen, diese besitzen teilweise eine Niedermoorauflage. In der Elbniederung können auch Kleimarschen auftreten. Ansonsten ist das Untersuchungsgebiet sehr inhomogen. Braunerden und Braunerde-Podsole bilden die größte Verteilung, im Süden können dagegen auch Parabraunerde auftreten.

Im Bereich des Verbreitungsgebietes der Podsole herrschen auch die Nadelwald-Monokulturen vor. Diese Gebiete erscheinen aufgrund ihrer Struktur nicht sonderlich gefährdet. Der Bewuchs in den Niederungen ist teilweise auf das Grundwasser angewiesen. Hier befinden sich Wiesen, Weiden und natürliche Bodenbedeckungen.

Große Entnahmemengen würden sich in den kleineren Niederungsbereichen auf die Vegetation auswirken.

Fazit: Auswirkungen in den Höhenlagen haben aufgrund der dort hauptsächlich vorkommenden Nadelwald-Monokulturen kaum schädigende Auswirkungen. In kleineren Niederungsbereichen kann es zu Beeinträchtigungen kommen.

Durchlässigkeiten und Entnahmebedingungen

Die Verteilung der Durchlässigkeiten des Untergrundes erscheinen relativ inhomogen. Sie sind meines Erachtens auf die im Untergrund vorhandenen Salzdome der Region sowie die eiszeitliche Überprägung zurückzuführen. Durch die aufsteigenden Salzstöcke wird auch das darüber liegende Zechstein mit nach oben gedrückt. Dieses ist jedoch sehr undurchlässig, die Entnahmen werden in diesen Bereichen deutlich erschwert, wie aus der entsprechenden Abbildung auch hervorgeht. Darüber hinaus sind die Durchlässigkeiten in den Rinnensystemen sehr hoch. In den Gebieten, in denen sich jedoch Endmoränen abgelagert haben, kommt meist tonig-schluffiges Material vor und dieses setzt die Durchlässigkeit wieder herab.

Die Entnahmebedingungen aus dem Grundwasser verteilen sich dementsprechend in diesen Bereichen. In Bereichen der aufsteigenden Salzstöcke und der Endmoränen sind die Entnahmebedingungen schlechter, in den Rinnensystemen dagegen besser.

Fazit: Die besten Entnahmebedingungen sind im Bereich des Rinnensystems zu finden.

Fließgewässernetz

Das Gewässersystem verläuft radial von den Rändern des Uelzener Beckens zum Zentrum bei Uelzen und von dort über die Ilmenau nach Norden und Nordwesten zur Elbe. Lediglich die Luhe, die mit zum Betrachtungsraum und zum abgegrenzten Grundwasserkörper gehört, fließt westlich des Uelzener Beckens und mündet erst wenige Kilometer vor der Elbe in die Ilmenau. Das Gewässersystem im Bereich der Elbeniederung ist teilweise künstlichen Ursprungs. Es handelt sich hauptsächlich um

Entwässerungsgräben, die zum größten Teil in die südlich anschließende Ilmenau entwässern.

Fazit: Eine Schädigung des Gewässernetzes ist nur im Bereich der Ränder des Uelzener Beckens denkbar, da alle Vorfluter in den Zentralbereich entwässern und hier aufgrund der hydraulischen Aufstiegsbewegung Grundwasser in den Hauptvorfluter infiltriert.

Zeitreihen - unterirdische Pegel

Aus den Zeitreihen der Grundwasserganglinien lässt sich entnehmen, dass es in den letzten Jahren im zentralen Bereich des Uelzener Beckens zu einem leichten Anstieg des Grundwasserspiegels kam. In den Randbereichen dagegen zeichnen sich relativ stark fallende Trends ab. Als Beispiel wurden die Zeitreihen der Messstellen Allenbostel und Himbergen herangezogen.

Fazit: Vor allem in den Randbereichen des Grundwasserkörpers Ilmenau kommt es zu Beeinträchtigungen durch fallende Grundwasserspiegel. Hier liegen die sensitiven Bereiche, die durch große Wasserentnahmen bedroht sind.

Zeitreihen – oberirdische Pegel

Die Zeitreihe am Pegel Bienenbüttel gibt nicht das gesamte Untersuchungsgebiet wieder, sondern lediglich die südliche Hälfte, da der Pegel zentral im Uelzener Becken liegt. Aus der Zeitreihe lässt sich ablesen, dass es in den 60er Jahren zu einem starken Rückgang des Niedrigwasserabflusses kam. Der Trend von Mitte der 70er bis etwa 1990 (Ende der Zeitreihe) zeigt jedoch einen relativ stabilen Abfluss.

Fazit: Es kann davon ausgegangen werden, dass sich der negative Trend nicht weiter fortsetzt. Die Ganglinie der Niedrigwasserabflüsse scheint sich stabilisiert zu haben. Auswirkungen sind keine zu erwarten.

Grundwasserneubildung

Durch die verschiedenen Bearbeitungsweisen kommt es zwischen den Verfahren nach Dörhöfer / Josopait und Growa zu unterschiedlichen Ergebnissen. Besonders in den Höhenlagen des Geestrückens sowie auf den Rändern des Uelzener Beckens gibt das Verfahren nach Dörhöfer / Josopait höhere Werte wieder, als das nach Growa.

Insgesamt gesehen sind die Neubildungsraten bei beiden Verfahren in den Niederungen der kleineren Vorfluter sowie in der Elbmarsch deutlich niedriger, als in den Höhenlagen. Dies ist auf die geringen Flurabstände in den Niederungen zurückzuführen.

Fazit: Die Neubildung nach Growa ist das aktuelle Verfahren zur Bestimmung der Grundwasserneubildung. Allerdings ist auch damit keine Prognose für die Zukunft möglich, so dass es bei einer Abschätzung der zukünftigen Entwicklung anhand von Niederschlagsmengen und Temperatur bleibt.

Grundwassergleichen und Flurabstand

Eine Interpretation der Grundwassergleichen ist aufgrund der fehlenden Detailauflösung nicht möglich. Die vorhandene Darstellung im Maßstab 1:200.000 reicht für eine Interpretation nicht aus.

Eine Flurabstandskarte ist nicht zurzeit nicht vorhanden. Diese soll in nächster Zeit im NLfB erstellt werden.

Basisabfluss-Analyse

Die Darstellung des kumulativen Basisabfluss zeigt, dass hauptsächlich die Quellbereiche von Ilmenau und Aue durch ein Trockenfallen gefährdet sein könnten. Der Abfluss im Vorfluter ist in diesem Bereich sehr gering. Die einfache Darstellung der Zuflüsse zeigt dagegen, dass auch einige Teileinzugsgebiete eine niedrige Abflussspende besitzen und dadurch eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Fazit: Sowohl der Quellbereich der Ilmenau, als auch einige kleinere Teileinzugsgebiete sind eventuell als gefährdet einzustufen.

Sensitive Gewässerabschnitte

Nach Verschneidung der Vorfluter mit Gebieten, in denen der kapillare Aufstieg größer als Null ist, die Hangneigung unter einem Grad liegt und die weitestgehend in einem natürlichen Zustand erhalten sind, zeigt sich, dass nicht allein der Quellbereich der Vorfluter durch zusätzliche Grundwasserentnahmen bedroht ist.

Obwohl alle Gebiete mit einer Hangneigung unter einem Grad aus der Betrachtung herausfallen, gibt es relativ viele Fließgewässerabschnitte, die im Bereich der Niederungen liegen. Die Ränder des Untersuchungsgebietes sind dagegen weniger betroffen. Dies kann durch den beschränkenden Faktor der kapillaren Aufstiegsrate begründet werden. Diese ist in den zentralen Bereichen des Uelzener Beckens sehr groß. Zu den Rändern des Uelzener Beckens hin nimmt der kapillare Aufstieg dagegen stark ab. Auf den Höhenzügen hat der kapillare Aufstieg des Grundwassers darüber hinaus fast keinen Einfluss mehr auf die Vegetationsformen an der Oberfläche.

Fazit: Die Ermittlung der sensitiven Gewässerabschnitte zeigt, dass es im Gegensatz zum Einzugsgebiet der Ise, im Bereich der Ilmenau vor allem im Bereich der Niederungen sensible Bereiche gibt, die für Störungen des Grundwasserhaushaltes anfällig sind. Dagegen scheinen die Bereiche am Rand des Uelzener Beckens kaum ein Schädigungspotenzial aufzuweisen.

Landschaftsnotwendiger Mindestabfluss

Die Abbildungen 81 und 82 zeigen, dass der landschaftsnotwendige Mindestwasserabfluss in fast allen Teilgebieten sehr hoch ist. Damit verbleibt noch genügend Wasser in den Vorflutern, von einer Schädigung von Flora und Fauna kann daher nicht ausgegangen werden. Lediglich drei Gebiete sind durch zu große Abflüsse bzw. Entnahmemengen betroffen. Dabei nimmt die Elbmarsch den flächenmäßig größten Teil ein. Man muss jedoch bedenken, dass in allen Bereichen die Grundwasserneubildung extrem gering ist und somit auch nur ein verhältnismäßig kleiner Anteil zum Abfluss kommen kann.

Fazit: Schädigungen durch zu hohe Abflüsse bzw. Entnahmemengen aus dem Grundwasser liegen hauptsächlich in Gebieten mit einer deutlich niedrigeren Neubil-

dung. Dies liegt an dem relativ geringen Flurabstand. Eine Schädigung der Flächen kann damit weitestgehend ausgeschlossen werden.

Empfehlungen auf Grund der Sensitivitätsanalyse

Insgesamt betrachtet kann man zu folgendem Schluss kommen:

Geologie, Hydrogeologie und Hydrologie weisen darauf hin, dass hauptsächlich in den höheren Randlagen Auswirkungen durch Grundwasserentnahmen zu erwarten sind. In diesen Gebieten herrscht jedoch meist eine Nadelwald-Monokultur vor, die meines Erachtens als nicht besonders schützenswert eingestuft werden kann. Aufgrund einer fehlenden Flurabstandskarte und einer hoch auflösenden Grundwassergleichenkarte können keine Aussagen über die potenziellen Schäden an den Oberläufen der Kleinstvorfluter im Randbereich des Untersuchungsgebietes gemacht werden. Da davon ausgegangen werden kann, dass im zentralen Bereich des Uelzener Beckens eine hydraulische Aufwärtsbewegung stattfindet, wird hier auch der Flurabstand geringer sein. Schäden können hier also eher auftreten.

Eine Betrachtung des Abflussgeschehens zeigt, dass sich der Trend innerhalb des Zeitraums 1976 – 1990 stabilisiert hat. Dies kann jedoch nicht für die nächsten Jahre garantiert werden, da bisher eine Betrachtung der zukünftigen Niederschlags- und Klimaentwicklung fehlt. Sowohl die Basisabfluss-Analyse, als auch die Ermittlung der sensitiven Fließgewässerabschnitte zeigen, dass nicht nur die Quellgebiete der Ilmenau, sondern vielmehr alle Niederungsbereiche zu den potenziell betroffenen Gebieten zählen. Dagegen macht die Ermittlung des landschaftsnotwendigen Mindestwasserabflusses deutlich, dass lediglich zwei Gebiete im Raum Lüneburg als wirklich gefährdet eingestuft werden können. Dies hängt hier jedoch mit der Lage in der Niederung und der damit verbundenen geringeren Neubildung zusammen.

Im Gegensatz zum Einzugsgebiet der Ise stehen diesmal nicht klar gekennzeichnete Gebiete im Vordergrund, sondern eine nach natürlichen Gegebenheiten stark differenzierte Ansammlung von kleineren Teileinzugsgebieten.

Es lassen sich jedoch auch hier vorsichtig die folgenden Gebiete zusammenfassend als potenziell gefährdet darstellen:

Alle Bereiche auf dem Höhenzug des Drawehn, die nicht durch Nadelwald als Bewuchs gekennzeichnet sind.

Die Niederungsbereiche der Ilmenau südlich von Lüneburg.

Kleinere Fließgewässer und Teileinzugsgebiete im Raum Uelzen.

Auf die Lage der Wasserwerke und deren Einzugsgebiete (Abb. 83) bezogen kann daraus der folgende Schluss gezogen werden:

Aufgrund der potenziellen Gefährdung durch zu große Wasserentnahmen sollten Entnahmerecht und Entnahmemenge des Wasserwerkes Lüneburg nicht ausgeweitet werden. In diesem Bereich sind darüber hinaus auch die Entnahmebedingung nicht sonderlich gut, da hier der Lüneburger Salzdom zu einer Versalzung des Grundwassers führen kann.

Die Entnahmemengen des Wasserwerks Wibbese im Bereich des Drawehn sollten ebenfalls nicht ausgeweitet werden, da dieser Bereich landwirtschaftlich genutzt wird. Es müsste mit einer Verschlechterung der Grundwassersituation gerechnet werden. Hier fehlt jedoch zur letzten Klärung eine Flurabstandskarte, die den Bereich des Drawehn abdeckt.

Die Entnahmerechte der Wasserwerke Niendorf sowie der Stadt Uelzen sollten nicht erweitert werden, da diese mit ihrem Einzugsbereich in die potenziell gefährdeten Bereiche der Niederungen hereinreichen.

Für die weiteren Wasserwerke im Untersuchungsgebiet Ilmenau besteht augenscheinlich keine Gefahr. Es ist meiner Meinung nach jedoch auch hier unerlässlich für jedes neu erteilte Recht ein Wasserrechtsverfahren durchzuführen.

Zusammenfassende Darstellung der Methode und der Ergebnisse

Die Ermittlung des nutzbaren Dargebots im ersten Teil des Verfahrens ist relativ leicht durchzuführen. Die benötigten Daten liegen alle im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) in Hannover in digitaler Form vor. Damit sind auch Änderungen z.B. in der Grundwasserneubildung sehr schnell in das System zu integrieren. Der größte Vorteil der Methode liegt jedoch darin, dass für unterschiedli-

che Klimaszenarien Werte ermittelt werden. Damit ist von gesetzgebender Seite möglich, das Entnahmerecht in Trockenzeiten einzuschränken.

Andererseits werden die Belange des Naturschutzes sehr stark berücksichtigt. Das dieses nur in Zeiten der normalen Niederschlagsverteilung geschieht hat seine Gründe. Zum einen ist es notwendiger die Bevölkerung mit Trinkwasser zu versorgen und zum anderen fallen auch in Zeiten lang anhaltender Trockenheit die Vorfluter natürlicherweise trocken.

Die in diesem Teil der Methode ermittelten Werte sind lediglich dadurch angreifbar, dass nicht genügend Faktoren berücksichtigt wurden, die die hydrogeologischen Gegebenheiten widerspiegeln. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es zum einen nicht genügend Informationen über den Untergrund in Niedersachsen gibt und schon gar nicht in einer vernünftigen Auflösung und zum anderen würde die Berechnung ins Uferlose ausgeweitet werden und wäre damit nur noch eingeschränkt nachvollziehbar. Aus diesem Grund wurde auch der zweite Teil zur Ermittlung der Sensitivität der Grundwasserkörper eingeführt. Hier werden die zusätzlich vorhandenen Daten in einen systemaren Zusammenhang gebracht und ausgewertet.

Wie an Beispiel der beschriebenen Untersuchungsgebiete gezeigt werden konnte, ist das Verfahren relativ leicht anzuwenden, da alle verfügbaren Daten in eine Auswertung miteinbezogen werden. Dabei können in den Daten gelegentlich auch Lücken vorhanden sein, wie an dem Beispiel Ilmenau deutlich wurde. Es ist trotzdem möglich ein Fazit aus den untersuchten Daten zu ziehen und eine Empfehlung für die Einschränkung oder Ausweitung von Entnahmerechten zu geben. Dabei liegt der Vorteil des Verfahrens auf der Hand: Es handelt sich um ein Verfahren, dass auf ganz Niedersachsen übertragbar ist, da eine klar abgegrenzte Datenlage nicht zwingend notwendig ist. Das Verfahren ist relativ schnell durchführbar, da es im Endeffekt sehr kompakt ist.

Im Vergleich zu dem komplexeren Werk des DVWK zur Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots ist das vorgestellte Verfahren deutlich kürzer zu bearbeiten. Ein weiterer Vorteil in dem Verfahren liegt darin, dass es keine absoluten Zahlen wiedergibt, sondern sich an den bereits ermittelten Zahlen der derzeitigen aktuellen

Entnahmen orientiert und eine weitere Ausweitung der Rechte oder eine Einschränkung der Entnahmerechte empfiehlt.

Darüber hinaus ist es nicht möglich konkrete Zahlen zu nennen solange der Untergrund nicht umfassend hoch auflösend dreidimensional darstellbar ist.

Es werden immer Unsicherheiten bei der Berechnung des nutzbaren Grundwasserdargebots bleiben.

Mit dem vorgestellten Verfahren ist es möglich für die Einzugsbereiche der einzelnen Wasserwerke Empfehlungen zu treffen, die eine Ausweitung bzw. Einschränkung von Entnahmerechten und Entnahmemengen zur Folge haben. Damit ist das Verfahren nicht nur auf große Räume bzw. Teilräume übertragbar, sondern zudem auch mit einer hohen Auflösung versehen.

Es ist möglich eine vorsichtige Ausweitung der Entnahmemengen in den weniger sensiblen Bereichen und eine strikte Einhaltung der derzeitigen Entnahmerechte in potenziell gefährdeten Gebieten vorzugeben. Dies ist erst möglich nachdem Faktoren wie Flurabstand, Vegetation und potenziell gefährdete Fließgewässerabschnitte bekannt sind. Auswirkungen durch Entnahmen können so stärker eingegrenzt werden, als es bisher für große Untersuchungsräume möglich war. Nichtsdestotrotz halte ich es für sehr wichtig auch weiterhin Wasserrechtsverfahren durchzuführen, denn sie sind letztendlich für die einzelnen Wasserwerke und deren Einzugsgebiete die genaueste Alternative. Das von mir entwickelte Verfahren kann zwar sehr genaue Angaben über mögliche Schädigungen von grundwasserabhängigen Ökosystemen treffen, letztendlich fehlt aber der genaue Blick vor Ort, der meist entscheidend ist.

Schlussfolgerungen

Folgende Punkte wären in Anschluss an das Forschungsvorhaben wünschenswert:

1. Die endgültige Festlegung auf ein regionalspezifisches Grundwasserneubildungsverfahren:

Während der Arbeit an dem Projekt „Mengenhaushalt von Teileinzugsgebieten“ wurden bis zu vier verschiedene Versionen von Growa zur Bearbeitung der EU-WRRL benutzt. Dies führte zu erheblichen Darstellungswidersprüchen

und Nutzungsberechnungen. Darüber hinaus wurden Teile von Growa zu Planungszwecken an Ingenieurbüros abgegeben. Wünschenswert wäre es, wenn mit sensiblen Daten etwas vorsichtiger umgegangen würde.

Die Daten sollten erst überprüft werden, bevor sie in Umlauf gebracht werden.

2. Aktualisierung und Erarbeiten von Detailkarten:

Solange keine genauen Angaben zum Untergrund vorhanden sind, ist eine genaue Bestimmung des nutzbaren Grundwasserdargebots unmöglich. Die Entwicklung der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 ist ein erster Schritt diese Unkenntnis zu beseitigen. Folgen müssen noch die Flurabstandskarte und genauere Kenntnisse über hydrogeologische Fenster. Die ursprünglich geplante Umsetzung eines dreidimensionalen hydrogeologischen Modells war meiner Meinung nach ein Schritt in die richtige Richtung. Aufgrund der aktuellen Sparmaßnahmen in Niedersachsen ist dieses Modell jedoch vorerst gestrichen. Kenntnisse können auch über Grundwassermessstellen gewonnen werden. Es gibt zwar Messstellen, die Verteilung über einen Grundwasserkörper ist jedoch teilweise sehr inhomogen (vergl. Untersuchungsgebiet Ise).

3. Überprüfen der ermittelten sensitiven Fließgewässerabschnitte:

Es wäre sehr wünschenswert, wenn zumindest einige der hier durch Verschneidung erhaltenen sensitiven Fließgewässerabschnitte vor Ort überprüft werden könnten. Fallen diese wirklich in Trockenperioden trocken?

4. Maßnahmen zum Monitoring der EU-WRRL bis 2009:

Bei der Bearbeitung dieses Projektes fiel auf, dass es kaum längerfristige Daten zu den Standrohrspiegelhöhen gibt. Diese Daten sind jedoch wichtig, um Aussagen hinsichtlich einer Überbeanspruchung des Grundwasserkörpers zu treffen. Aufgrund des unzureichenden Kenntnisstandes über die Menge des Grundwassers und das Strömungsverhalten, sollte das vorhandene Messstellennetz in Niedersachsen optimiert werden. Die vorhandenen Messstellen sollten regelmäßig erfasst und gemessen werden. Da eine Gleichverteilung nicht vorhanden ist, sondern sich die vorhandenen Messstellen in den Gebieten der

Fassungsanlagen befinden, wäre es sehr wünschenswert, wenn neue Messstellen eingerichtet werden, die die Lücken ausfüllen. Im Moment sind Grundwasserkörper vorhanden die einen Abdeckungsgrad von weit unter 50 % besitzen (vergl. Abb. 85 und 86).

Das Gleiche gilt für die oberirdischen Einzugsgebiete. Im Rahmen dieser Arbeit wurde festgestellt, dass die Verteilung der Pegel an den Vorflutern nur äußerst unzureichend ist. Ein genauer Abgleich zwischen den berechneten Abflusswerten aus dem Basisabfluss (Grundwasser) mit gemessenen Werten ist nicht möglich, da die Pegel nur selten am Ende eines Einzugsgebietes liegen. Die meisten Pegel liegen direkt innerhalb eines Einzugsgebietes am Hauptvorfluter. Damit sind auch Aussagen über die potenzielle Schädigung von kleineren Bächen nicht möglich. Es ist nicht ersichtlich, wann ein kleinerer Bach trocken fällt. Meine Forderung heißt deshalb: Mehr Pegel an kleineren Gewässern und ein großer Pegel an der Mündung des Hauptvorfluters. Um eine Vergleichbarkeit von Oberflächen- und Grundwasserabfluss herstellen zu können, sollten auch Messstellen eingerichtet werden, die sich auf die gleichen Einzugsgebiete beziehen. Damit wäre es möglich Grundwasserneubildungsmodelle an den tatsächlich gemessenen Abflüssen in den Vorflutern zu eichen. Die Aussagekraft der Grundwasserneubildungsmodelle würde damit erhöht werden.

5. Maßnahmen zur Zielerreichung der EU-WRRL bis 2012:

Im Bereich der Einzugsgebiete der Ise und der Ilmenau kommt es zu Nutzungskonflikten zwischen den Nutzern auf der einen und der Ökologie auf der anderen Seite.

Wie aus den Sensitivitäts-Analysen hervorgegangen, sind einige Teileinzugsgebiete konkret gefährdet. Hier ist es notwendig einzugreifen. Eine Möglichkeit wäre den Anteil der Verdunstung zu reduzieren. Dies kann durch ein Umdenken in der Forstwirtschaft erreicht werden. Das Ziel muss hier lauten: Weg von Nadelwald-Monokulturen hin zu einem abwechslungsreichen, aufgeforsteten Laubbaumbestand. Durch diese Umnutzung können Transpiration und Eva-

potranspiration erheblich verringert werden. Jeder Millimeter der nicht verdunstet könnte potenzielles Grundwasser sein.

Aus der Darstellung der sensitiven Fließgewässer geht hervor, dass es sowohl im Einzugsgebiet der Ise, als auch im Einzugsgebiet der Ilmenau potenziell gefährdete Gewässerabschnitte gibt. Da sich die Einzugsbereiche der Wasserwerke hier zwar bemerkbar machen, diese aber auch nicht verändert werden können, muss dem jeweiligen Fließgewässer genügend Zeit und Raum gegeben werden, um sich ökologisch entfalten zu können. Erste Schritte mit dem Stopp der Ausbaumaßnahmen sind hierzu getan. Um eine Wiederansiedlung von Lebewesen zu erleichtern, wäre es von Vorteil Bäche zu renaturieren. Auch der Bau von Kleinstwehren könnte sich hier hilfreich auswirken. Das Wasser im Vorfluter staut sich auf und bildet in den strömungsärmeren Regionen ökologische Nischen.

Literaturverzeichnis

Arbeitskreis Grundwasserneubildung der Fachsektion Hydrologie (1977): Methoden zur Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate. - Geol. Jahrb.; C19: 3-98 Hannover.

Barczewski, B., Grimm-Strele, J. & Bisch, G. (1993): Überprüfung der Eignung von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen, Wasserwirtschaft, Jg. 83, H. 2

Brühmann, G. (1985): Das Grundwasser der Lockergesteinsgebiete Norddeutschlands – seine Rolle im Wasser- und Naturhaushalt. Jb. Naturw. Verein Fstm. Lbg., Heft 37, Lüneburg

Brühmann, G. (1994): Grundwasserabsenkungen im Bereich des Grundwasserrückens Göhrde / Drawehn (Lüneburger Heide), Wasserwirtschaft Wassertechnik wwt, Heft 1

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2003): Hydrogeologischer Atlas Deutschland, Bonn

Cordes, H. & Kaiser, T. et al. (Hrsg.) (1997): Naturschutzgebiet Lüneburger Heide Geschichte – Ökologie - Naturschutz, Schriftenreihe des Vereins Naturschutzpark e.V., Bremen

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. DVWK (1982): Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots, DVWK Schriften, Heft 58

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. DVWK (1999): Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose-Modell (Medienkombination), DVWK Schriften, Heft 123

Deutsches Institut für Normung (Hrsg.) (1994): DIN 4049-3, Hydrologie, Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie

Dörhöfer, G. & Josopait, V. (1980): Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildung. - Geol. Jahrbuch; C27: 45-65.

Dörhöfer, G., Kunkel, R., Tetzlaff, B. & Wendland, F. (2001): Der natürliche Grundwasserhaushalt in Niedersachsen, Arbeitshefte Wasser Heft 2001/1, NLfB, Hannover

Dorn, M., Meyer, R., Reutter, E. (2004): Teilraumbeschreibungen - Großraum Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet, NIBIS Dokumentation, NLfB

Dyck, S. & Chardabellas, P. (1963): Wege zur Ermittlung der nutzbaren Grundwasserreserven. - Ber. geol. Ges. DDR; 8: 245-262; Berlin.

Europäisches Parlament (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Glugla, G. et al. (2003): Wasserhaushaltsverfahren zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte der tatsächlichen Verdunstung und des Gesamtabflusses. – BfG-Bericht (in Vorbereitung), Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz.

Golf, W (1981): Ermittlung der Wasserressourcen im Mittelgebirge, WWT, Bd. 31, H. 3

HGN (2003, unveröff.): Erforschung von Grundlagen zur schonenden Grundwasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Ise, Braunschweig

Hölting, B. (1996): Hydrogeologie. - Stuttgart.

Josopait, V. & Lillich, W. (1975): Die Ermittlung der Grundwasserneubildung sowie ihre Kartendarstellung im Maßstab 1:200000 unter Verwendung von geologischen und bodenkundlichen Karten. - DGM; 19: 132-136. Koblenz-Lützel.

Kille, K. (1970): Das Verfahren MoMnQ, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigen Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse, Z. Dt. Geolo. Ges., Sonderh. Hydrogeologie

Kunkel, R. & Wendland, F. (2002): The GROWA 98 model for water balance analysis in large river basins. Journal of Hydrology 259.- 152 – 162

Kunkel, R. & Wendland, F. (1998): Der Landschaftswasserhaushalt im Flusseinzugsgebiet der Elbe – Verfahren, Datengrundlagen und Bilanzgrößen. (=Schr. D. FZJ, Reihe Umwelt / Environment, Bd. 12), Jülich

Leser, H. (1991): Landschaftsökologie.- Stuttgart

Littlejohn, C., Nixon, S., Casazza, G., Fabiani, C., Premazzi, G., Heinonen, P., Ferguson, A. and Pollard, P. (2002): Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive - Final Draft -

Marcinek, J. (1997): Allgemeine Hydrogeographie in: Hendl, M. & Liedtke, H.: Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie, Gotha

Martin, Chr. et al. (2002): Lexikon der Geowissenschaften

Matthess, G. (Hrsg.) (1983): Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 1. - Berlin, Stuttgart.

Matthess, G. (Hrsg.) (1990): Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 2. - Berlin, Stuttgart.

Matthess, G. (1996): Grundlagen und Ziele einer umweltschonenden Grundwasserbewirtschaftung, Zbl. Geol. Paläont. Teil I, H. 1/2

Neumann, J. & Wycisk, P. (2002, unveröff.): Methodenvergleich Grundwasserneubildung Growa 98 – HAD-Regressionsansatz, Martin-Luther-Universität Halle

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB) & Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ) (Hrsg.) (2004): Bericht 2005 Grundwasser – Betrachtungsraum NI11 – Tideelbe - Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB) & Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ) (Hrsg.) (2004): Bericht 2005 Grundwasser – Betrachtungsraum NI07 – Obere Aller - Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK auch Hrsg.) (2003): Betrachtungen zum Wasserhaushalt im Landkreis Gifhorn

Renger, M. (1992): Bestimmung der Bodenwasserhaushaltskomponenten, DVGW-Schriftenreihe Wasser, Nr. 72

Renger, M. & Strebel, O. (1980): Jährliche Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Bodennutzung und Bodeneigenschaften, Wasser und Boden, Bd. 32, H. 8

Renger, M. & Strebel, O. (1983): Einfluss des Grundwasserflurabstandes auf Grundwasserneubildung, Evapotranspiration und Pflanzenertrag. Z. dt. geol. Ges., Bd. 134

Renger, M., Wessolek, G., Strebel, O. & Facklam, H. (1984): Untersuchungen zur Grundwasserneubildung im FUHRBERGER FELD. Entwicklung und Integration des Simulationsmodells Bodenwasserhaushalt. – Abschlußber. F+E-Vorhaben Wasser 10202305 d. UBA, Berlin

Renger, M. & Wessolek, G. (1996): Berechnung der Verdunstungsjahresnummern einzelner Jahre in: DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, H. 238, Bonn

Seedorf, H. H. & Meyer, H.-H. (1992): Landeskunde Niedersachsen I Natur und - Kulturgeschichte eines Bundeslandes, Neumünster

TGL 23989, Gruppe 973213/188000, DDR (1983): Unterirdisches Wasser, Terminologie, Formelzeichen und Einheiten

Wendland, F. & Kunkel, R. (1997): Flächendifferenzierte Analyse des langjährigen mittleren Wasserhaushaltes im Einzugsgebiet der Elbe in: Bronstert, A., Krysanova, V. et. al. (Hrsg. 1998): Modellierung des Wasser- und Stofftransportes in großem Einzugsgebieten, Workshop am 15.12.1997, Potsdam

Wendland, F., Kunkel, R., Tetzlaff, B., & Dörhöfer, G. (2004, in print): GIS-based determination of the mean long-term groundwater recharge in Lower Saxony.- Envir. Geol.

Wessolek, M (1989): Einsatz von Wasserhaushalts- und Photosynthesemodellen in der Ökosystemanalyse (Landschaftentw. Und Umweltforsch., Nr. 61), FB Landschaftsentw., TU Berlin

Wessolek, G & Facklam, M. (1997): Standorteigenschaften und Wasserhaushalt von versiegelten Flächen, Z. Pflanzenernähr. Bodenk., Bd, 160

Wittenberg, H. (1997): Der nichtlineare Speicher als Alternative zur Beschreibung von Basisabfluss, Grundwasserspeicherung und Trockenwetterganglinie, Wasserwirtschaft, Jg. 87, Nr. 12

Wittenberg, H. (1998): Einfluss der Feldberegnung auf den Grundwasserhaushalt im Uelzener Becken – Ermittlungen aus dem Basisabfluss, Wasser & Boden, 50/8

Wolff, J. (1996): Die Rolle des Grundwassers im Landschaftshaushalt, Zbl. Geol. Paläont. Teil I, H. 1/2

Wundt, W. (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen. - in: Grahmman, R.: Die Grundwässer der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. - Forsch. dt. Landeskd.; 104: 47-54; Remagen.

Verzeichnis der Karten

Bodenkundliche Übersichtskarte von Niedersachsen 1:50.000 (BÜK50)

Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1:500.000 (GÜK500)

Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1:500.000
(HÜK500) - Versalzung des Grundwassers

Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1:500.000
(HÜK500) - Hydrogeologische Räume und Teilräume

Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1:500.000
(HÜK500) - Entnahmebedingungen in den grundwasserführenden Gesteinen, NLfB
(2000, Datum der Plotausgabe)

Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen 1:500.000
(HÜK500) - Durchlässigkeiten der oberflächennahen Gesteine, NLfB, (2004, Datum
der Plotausgabe)

Anhang 1 - Abbildungen Untersuchungsraum Ise

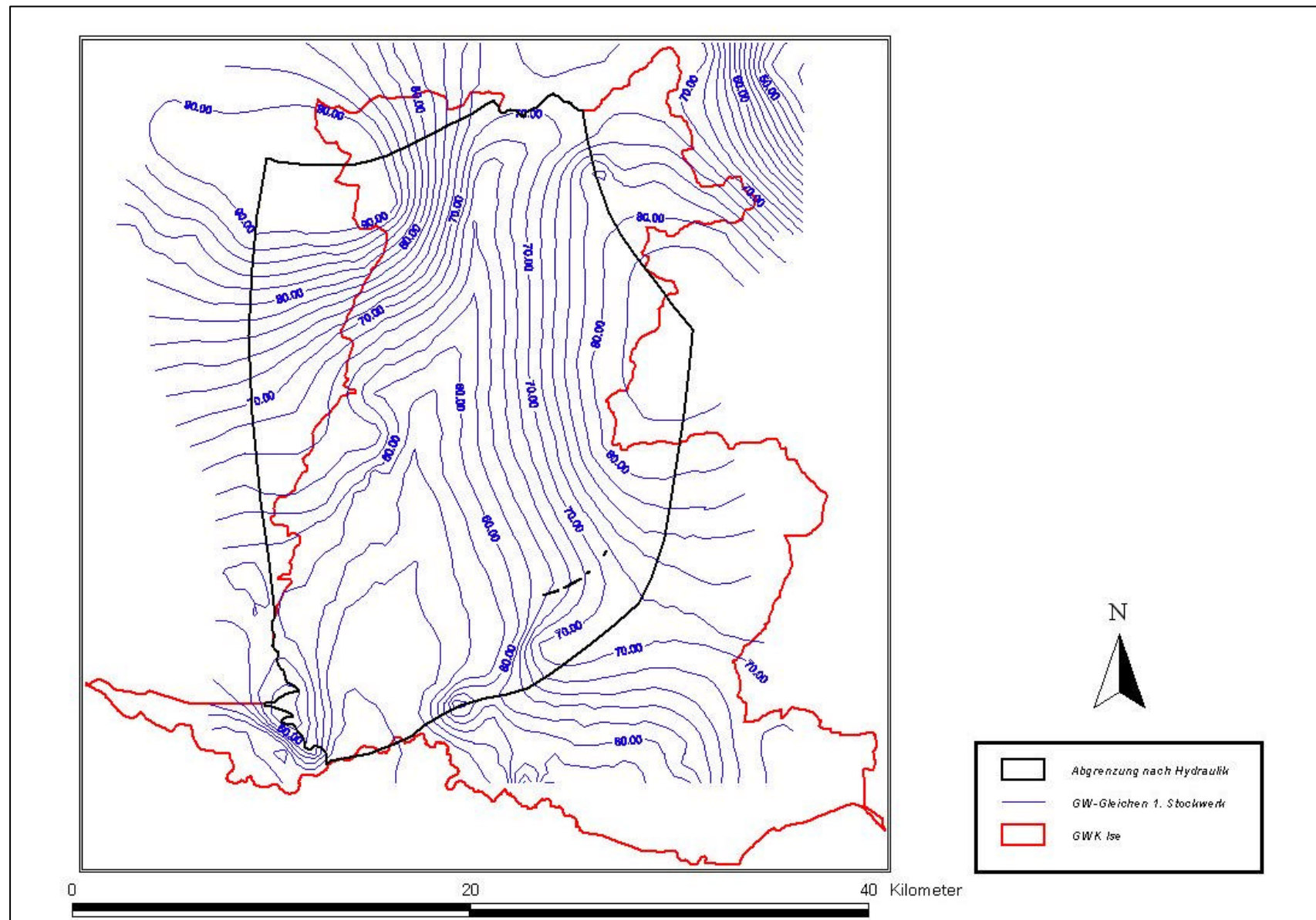


Abb. 32: Grenzen des GWK Ise nach unterschiedlicher Abgrenzung, HGN (2003)

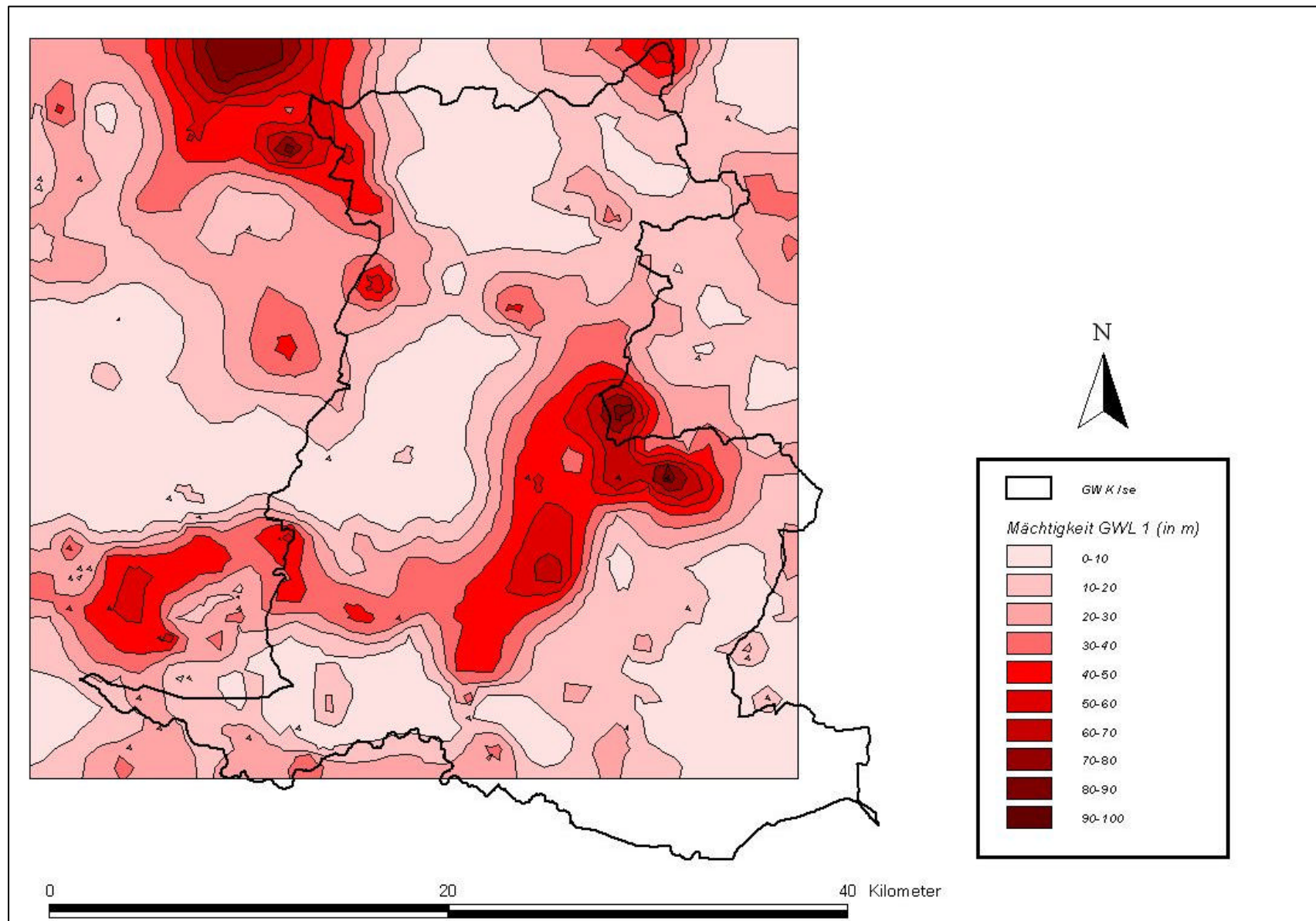


Abb. 33: Mächtigkeit 1. Grundwasserleiter, (HGN 2003)

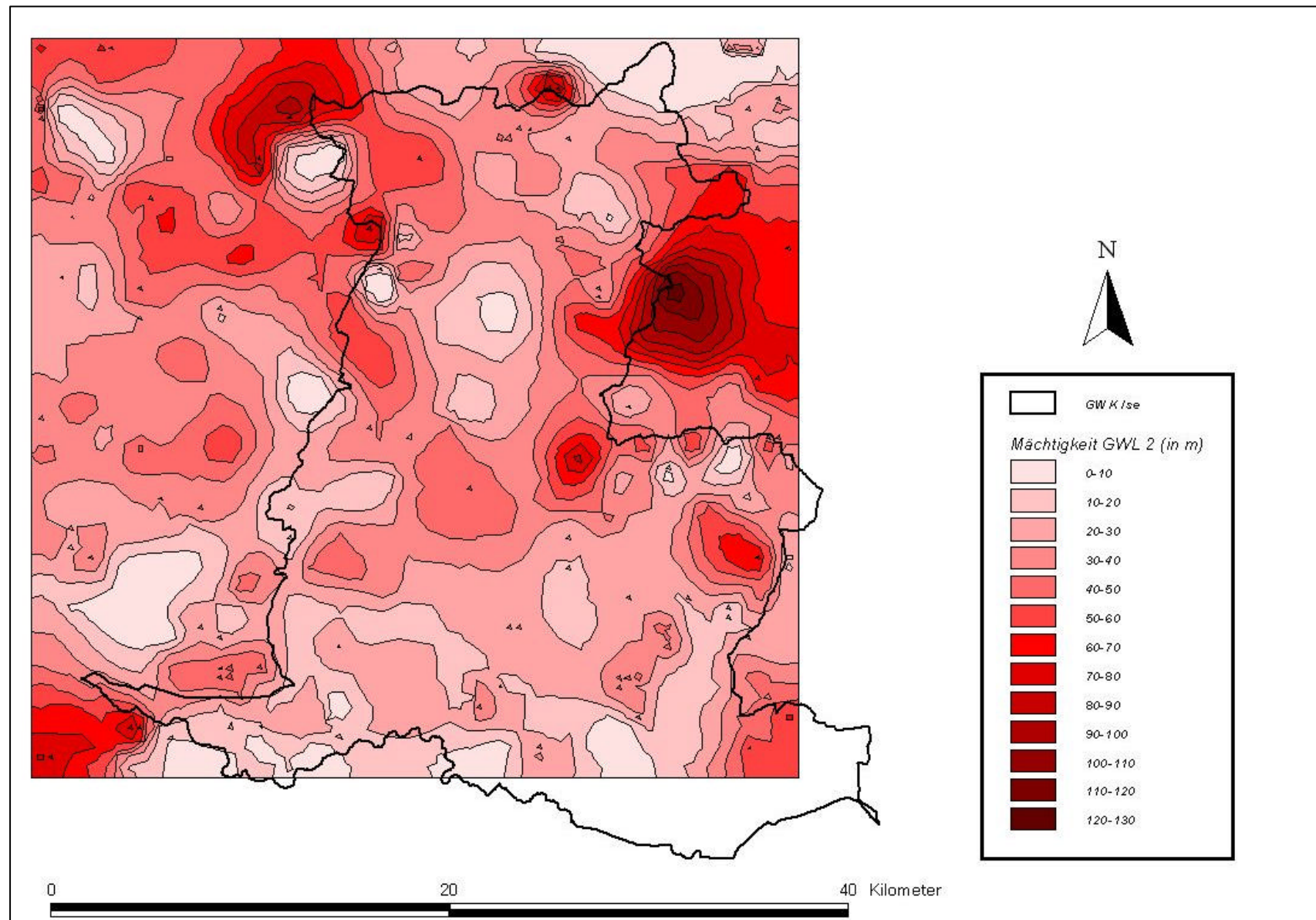


Abb. 34: Mächtigkeit 2. Grundwasserleiter, HGN (2003)

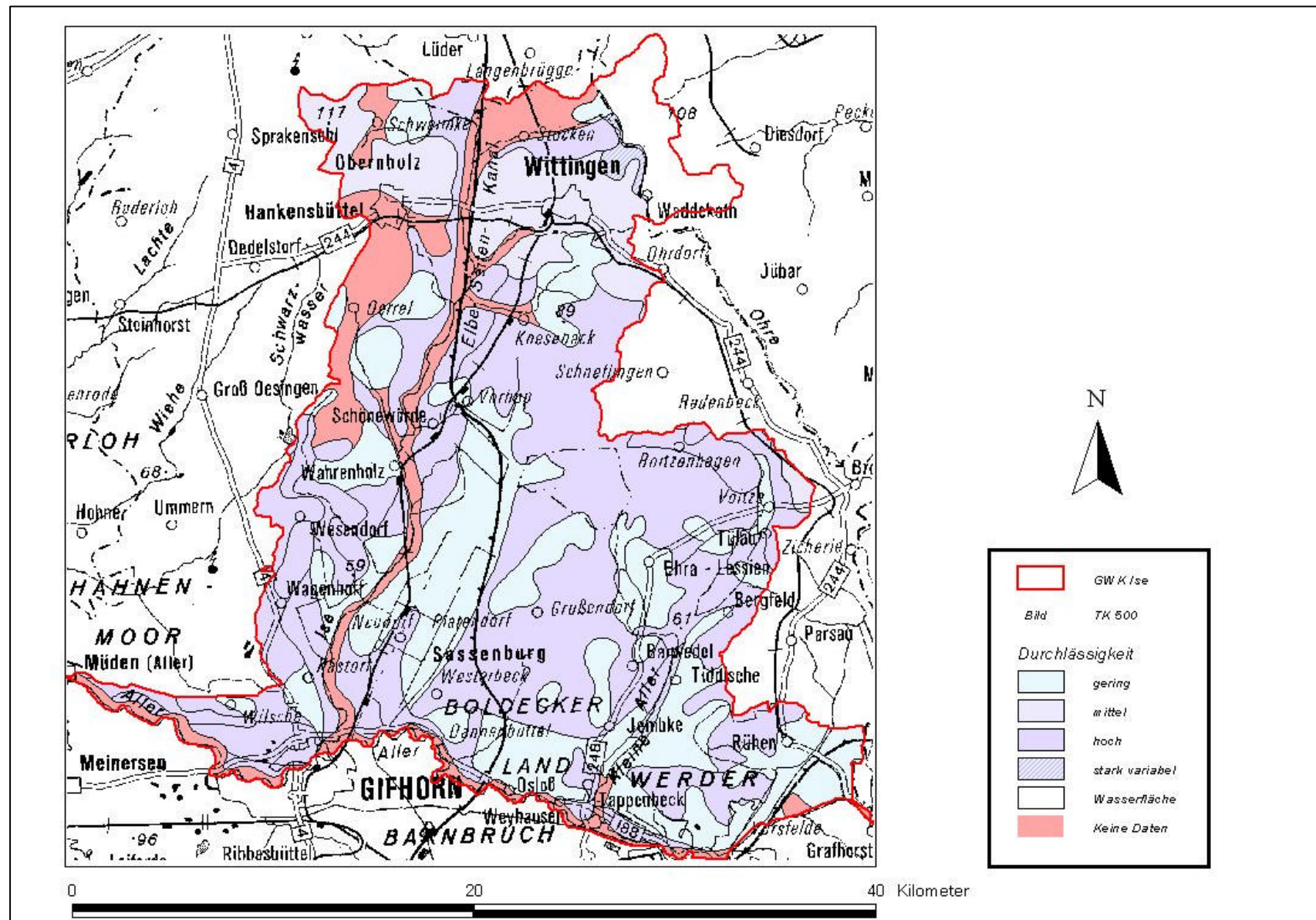


Abb. 35: Karte der Durchlässigkeiten – Ise, NLfB (2004)

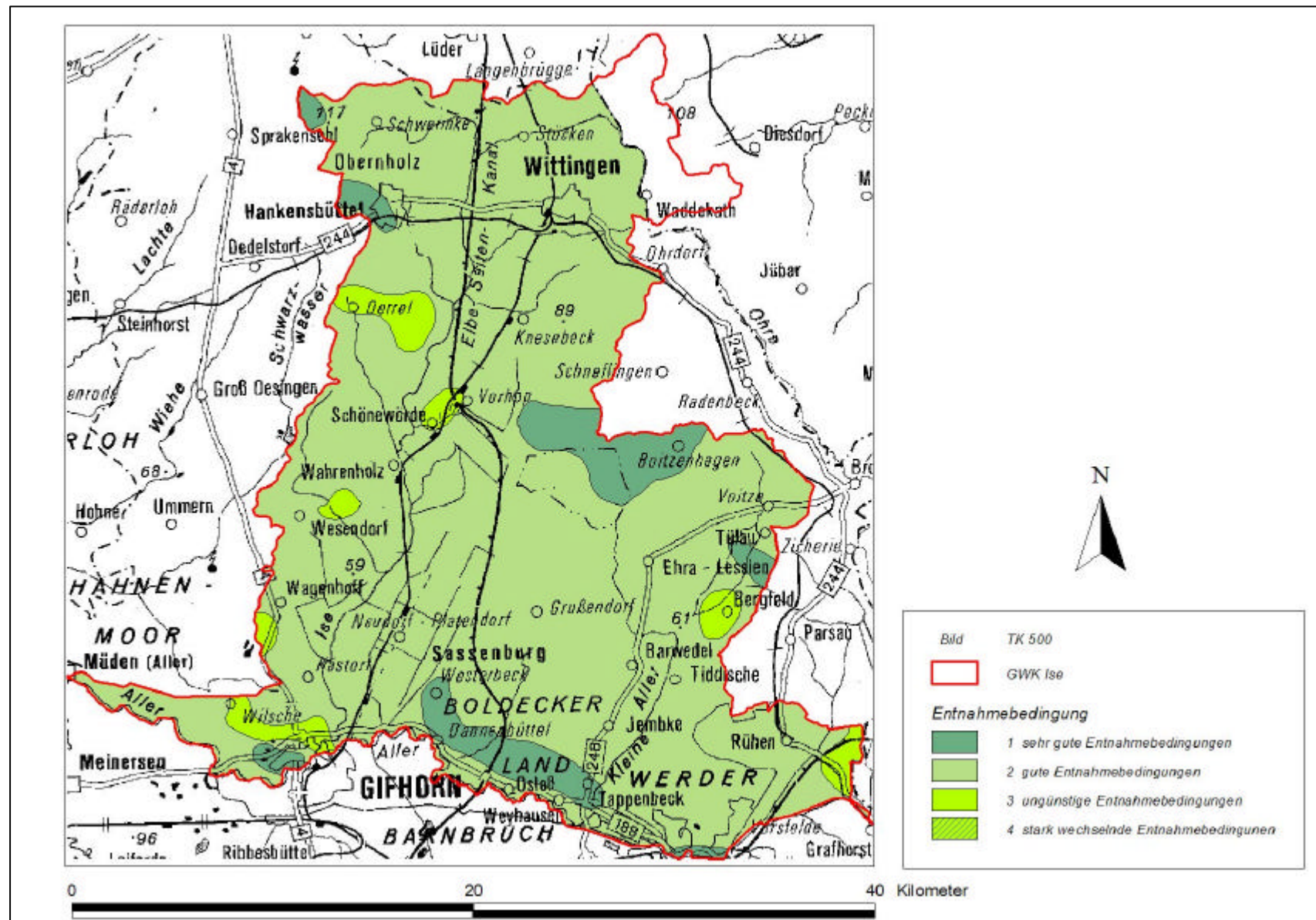


Abb. 36: Entnahmebedingungen Lse, NLfB (2000)

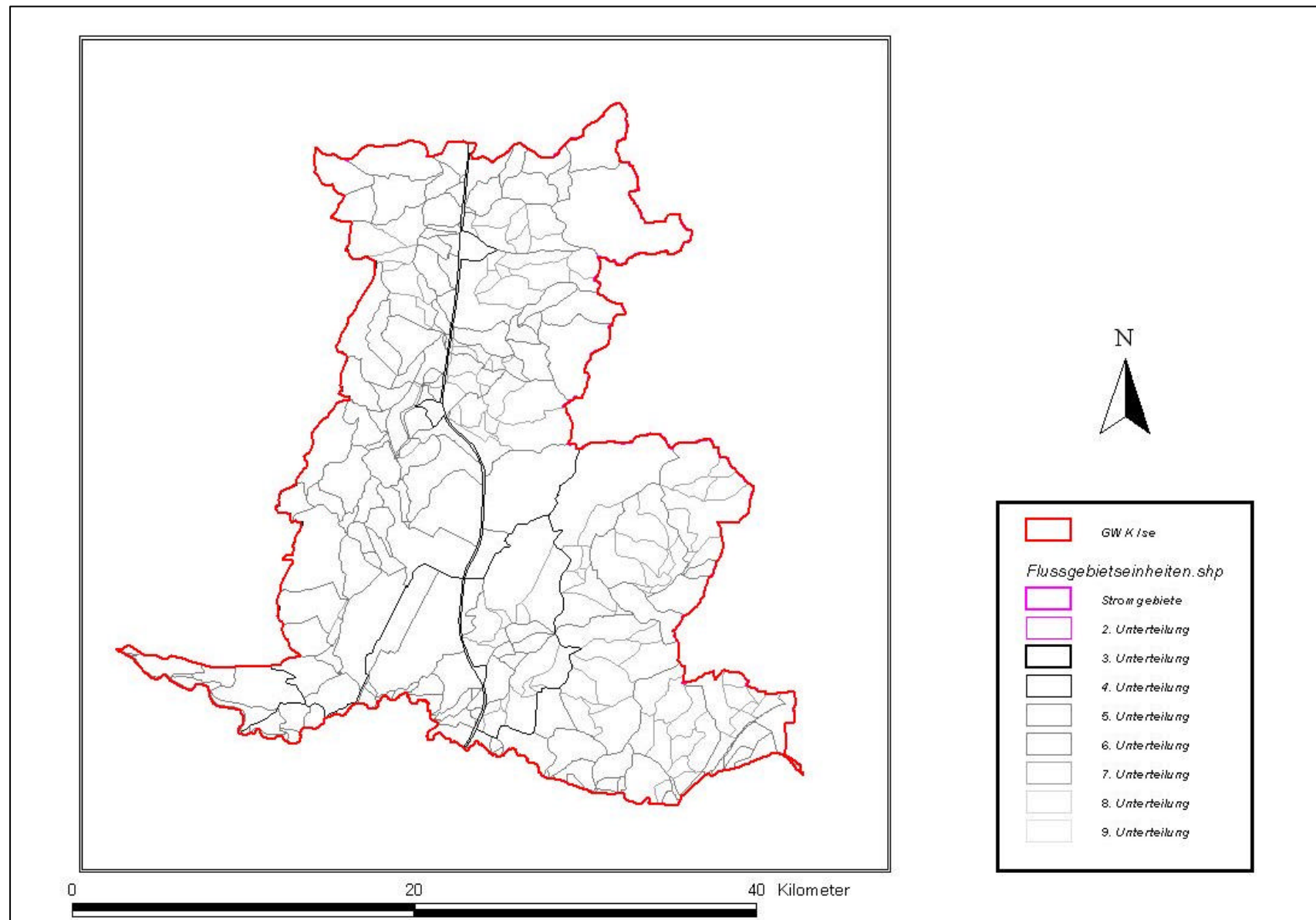


Abb. 37: Oberirdische EZG, NLÖ (Jahr)

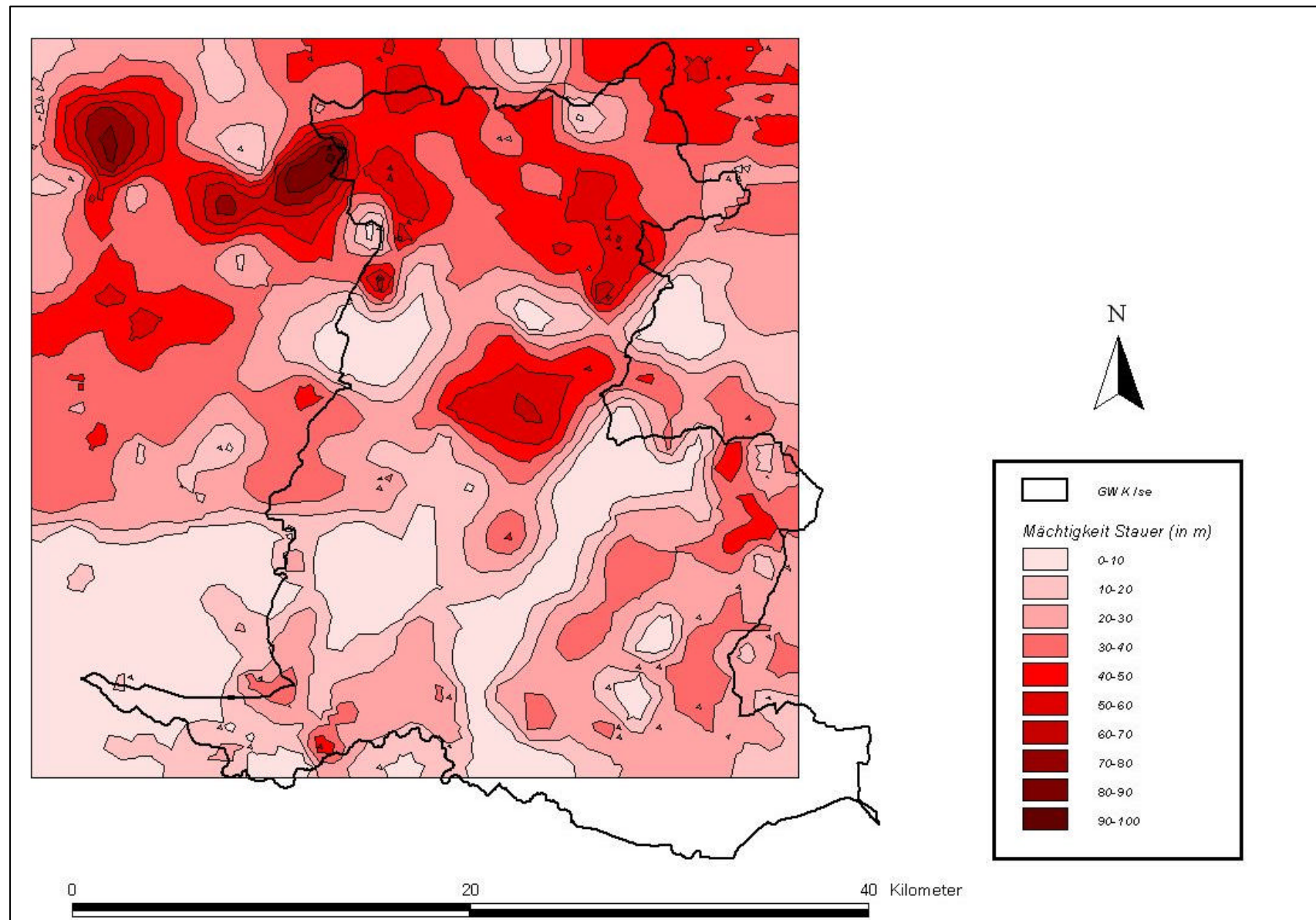


Abb. 38: Mächtigkeit der Zwischenschichten (1. – 2. Stockwerk), HGN (2003)

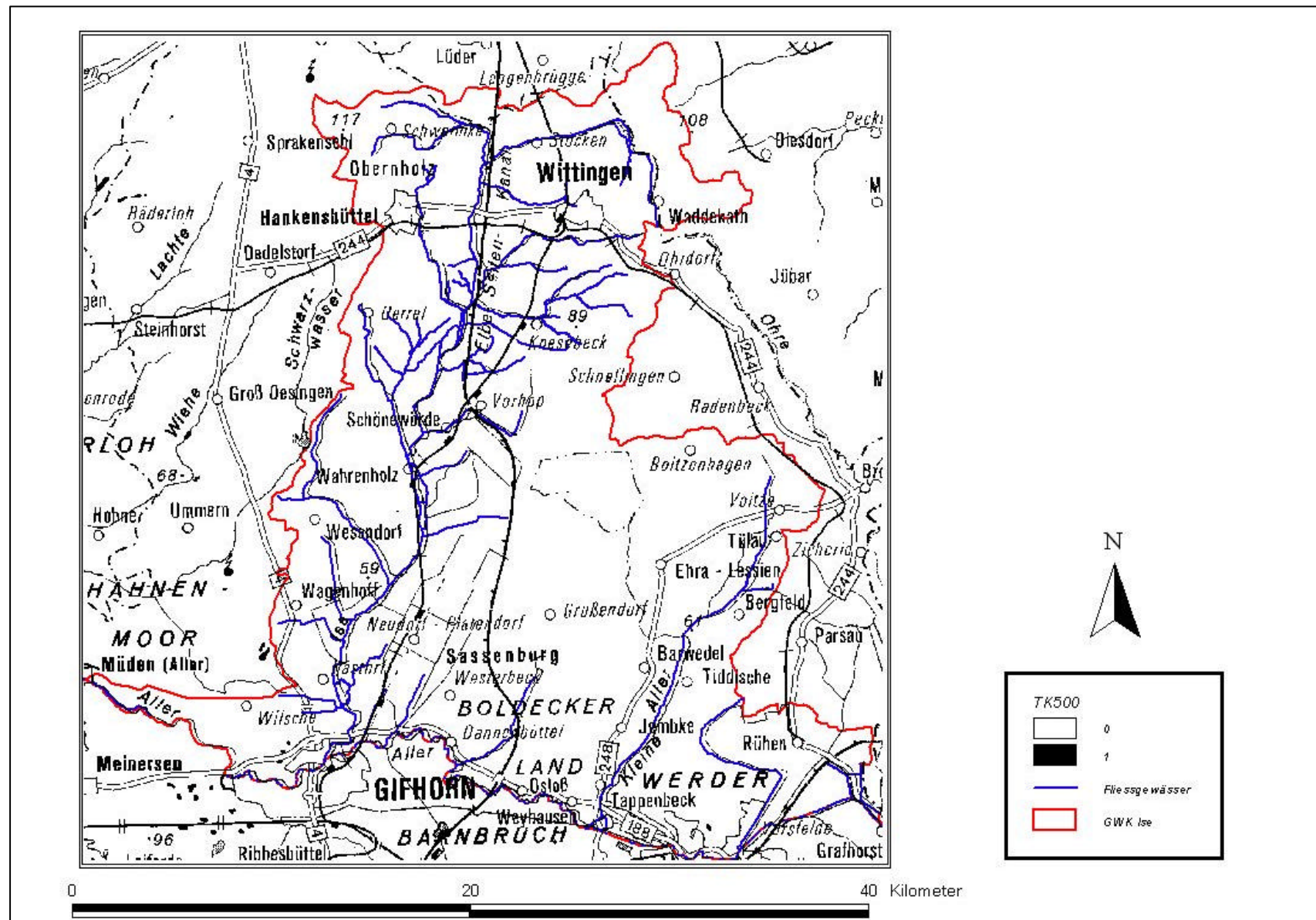


Abb. 39: Fließgewässernetz, NLÖ (2003)

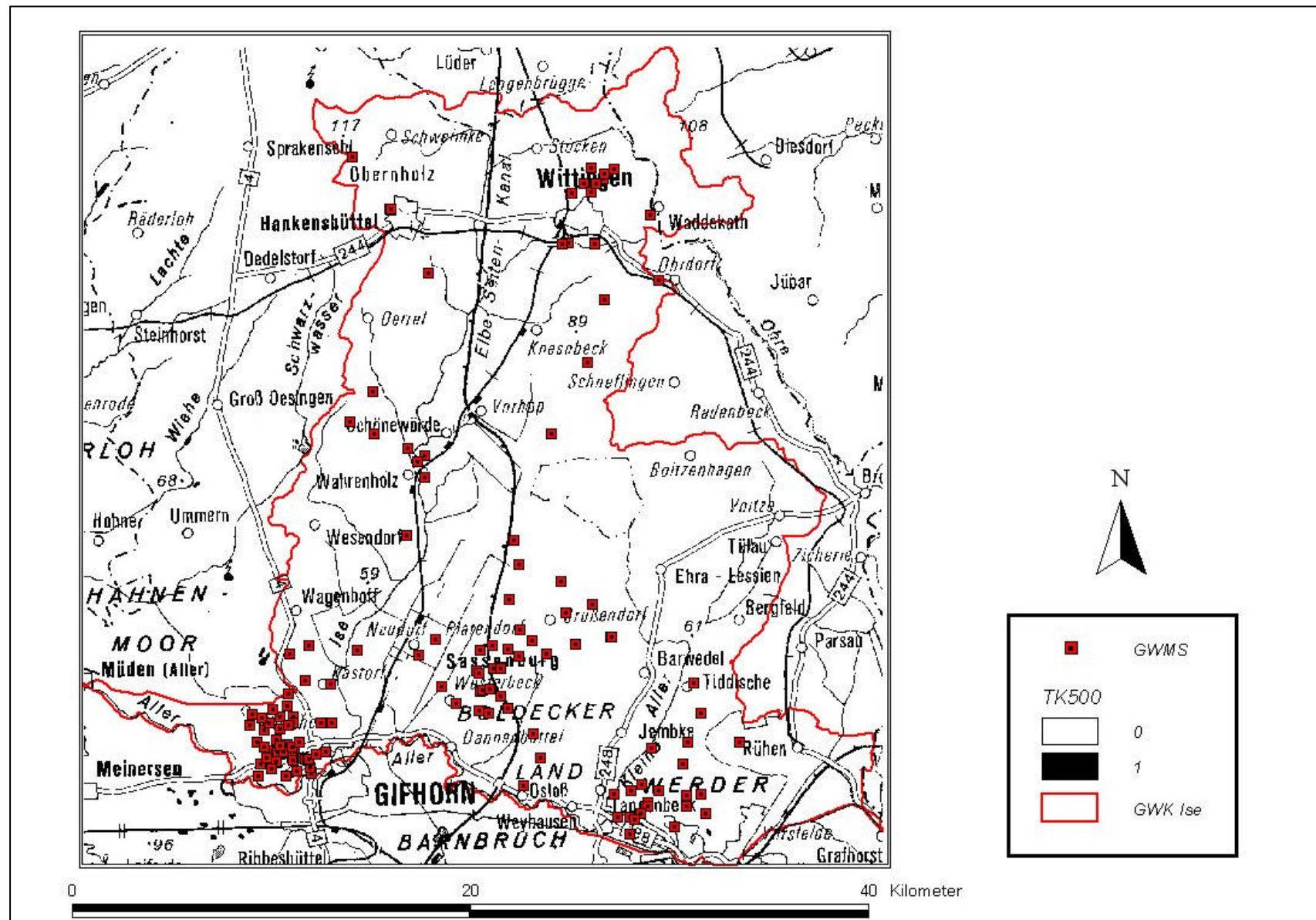


Abb. 40: Messstelleninventar, NLÖ (2003)

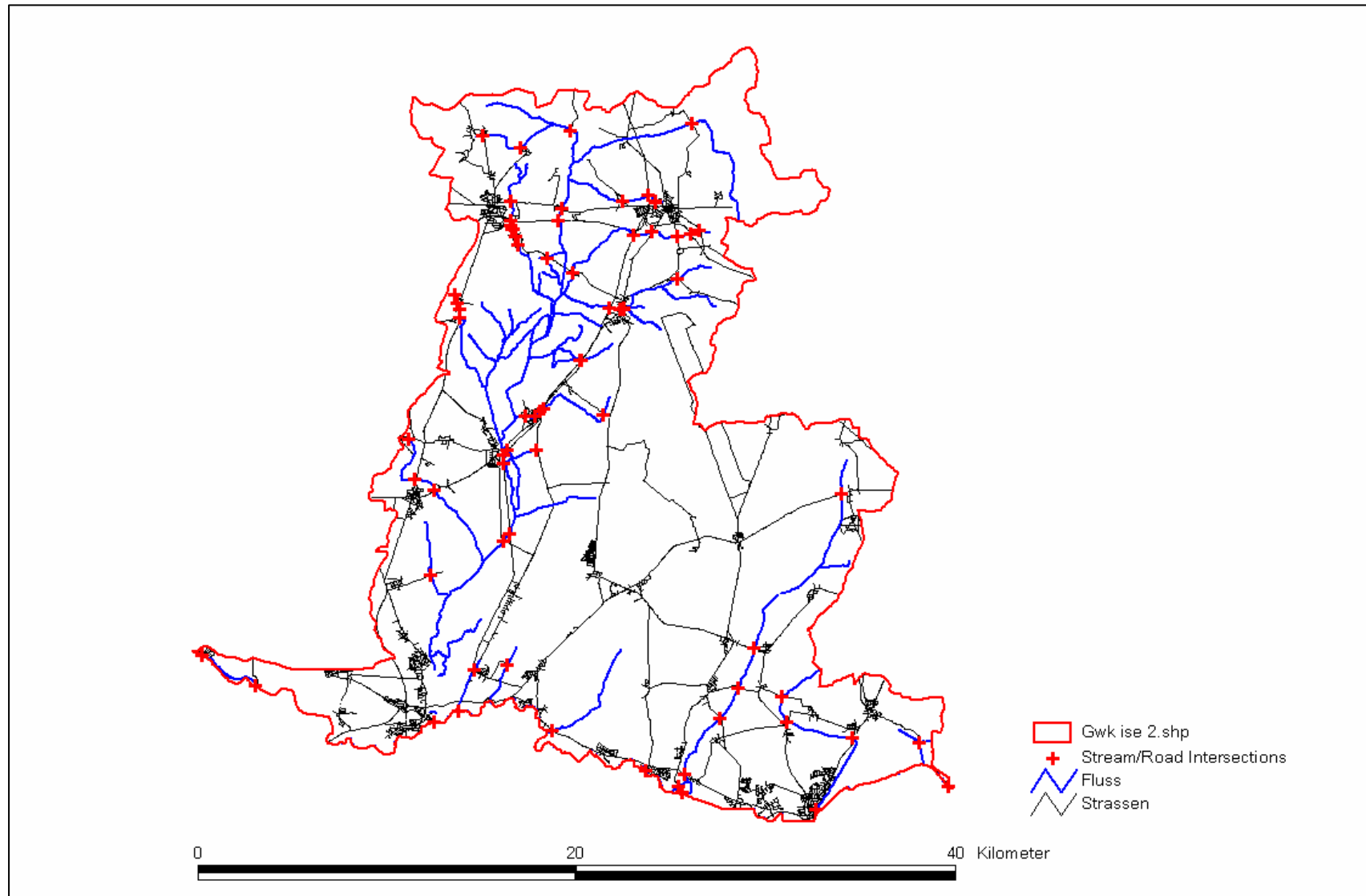


Abb. 41: Querbauwerke / Strassen, eigene Darstellung

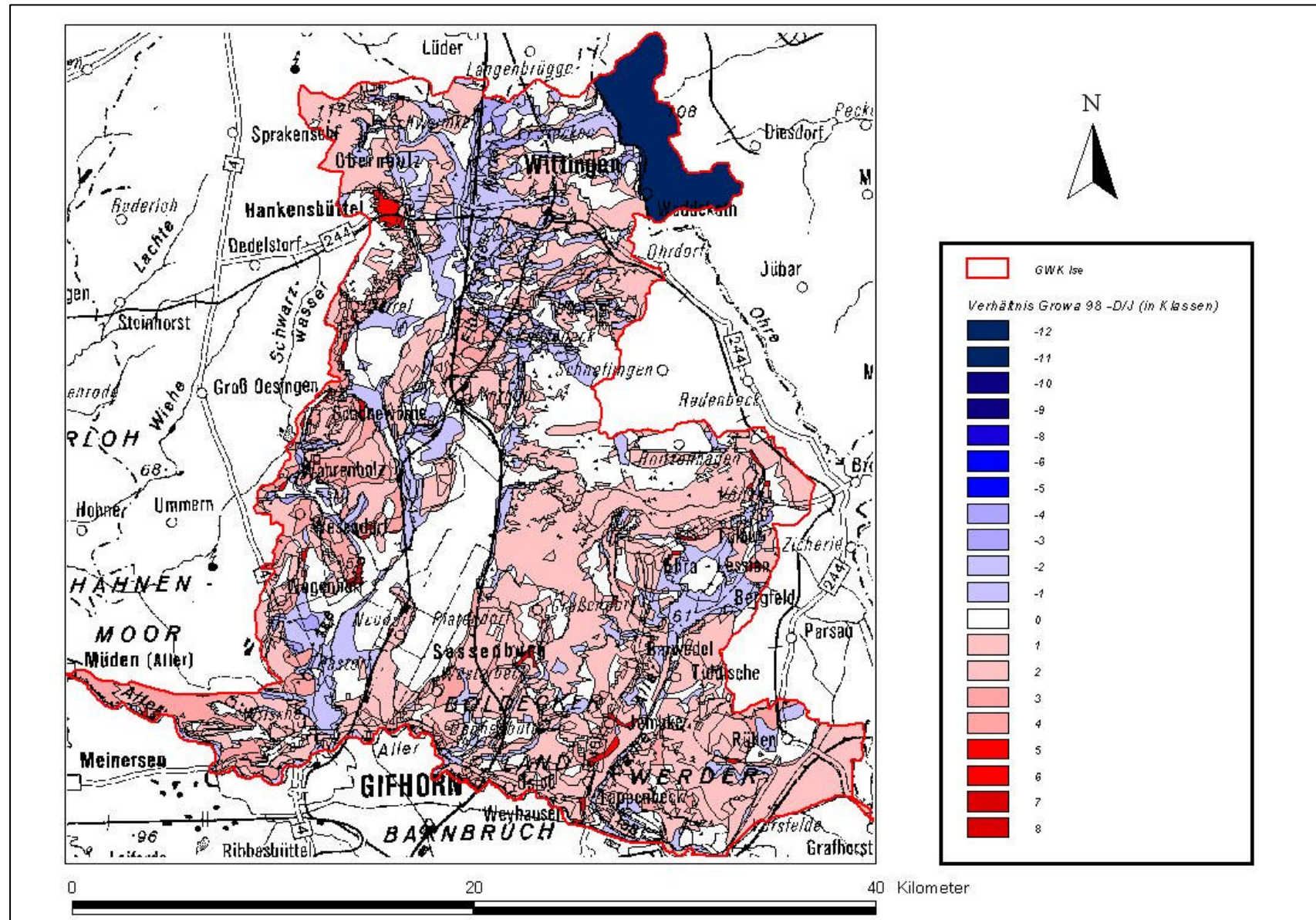


Abb. 42: Verhältnis GWN Grows 98 zu Dörhöfer/Josopait, NlfB (2003)

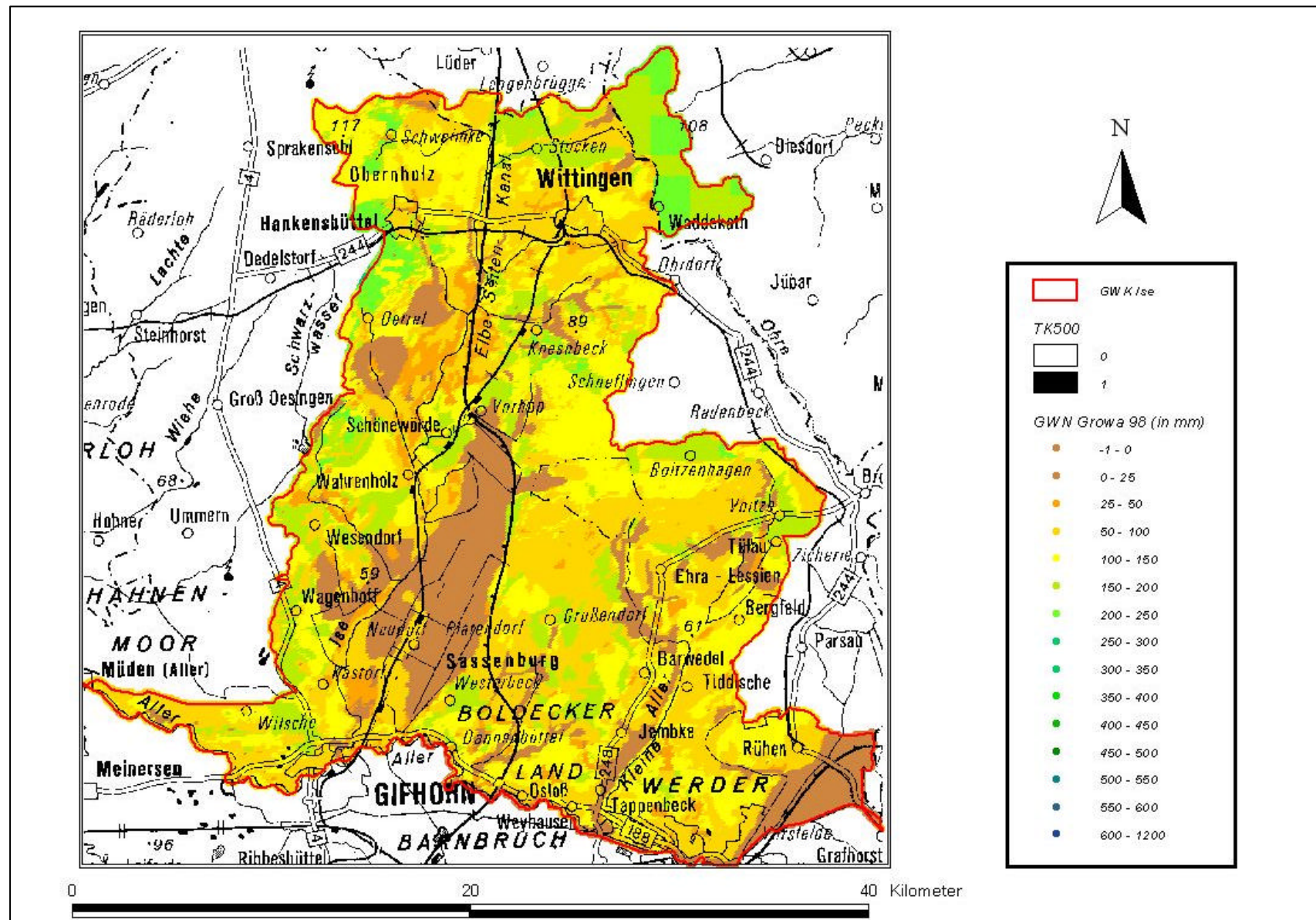


Abb. 43: Grundwasserneubildung Growa 98, NLfB (2002)

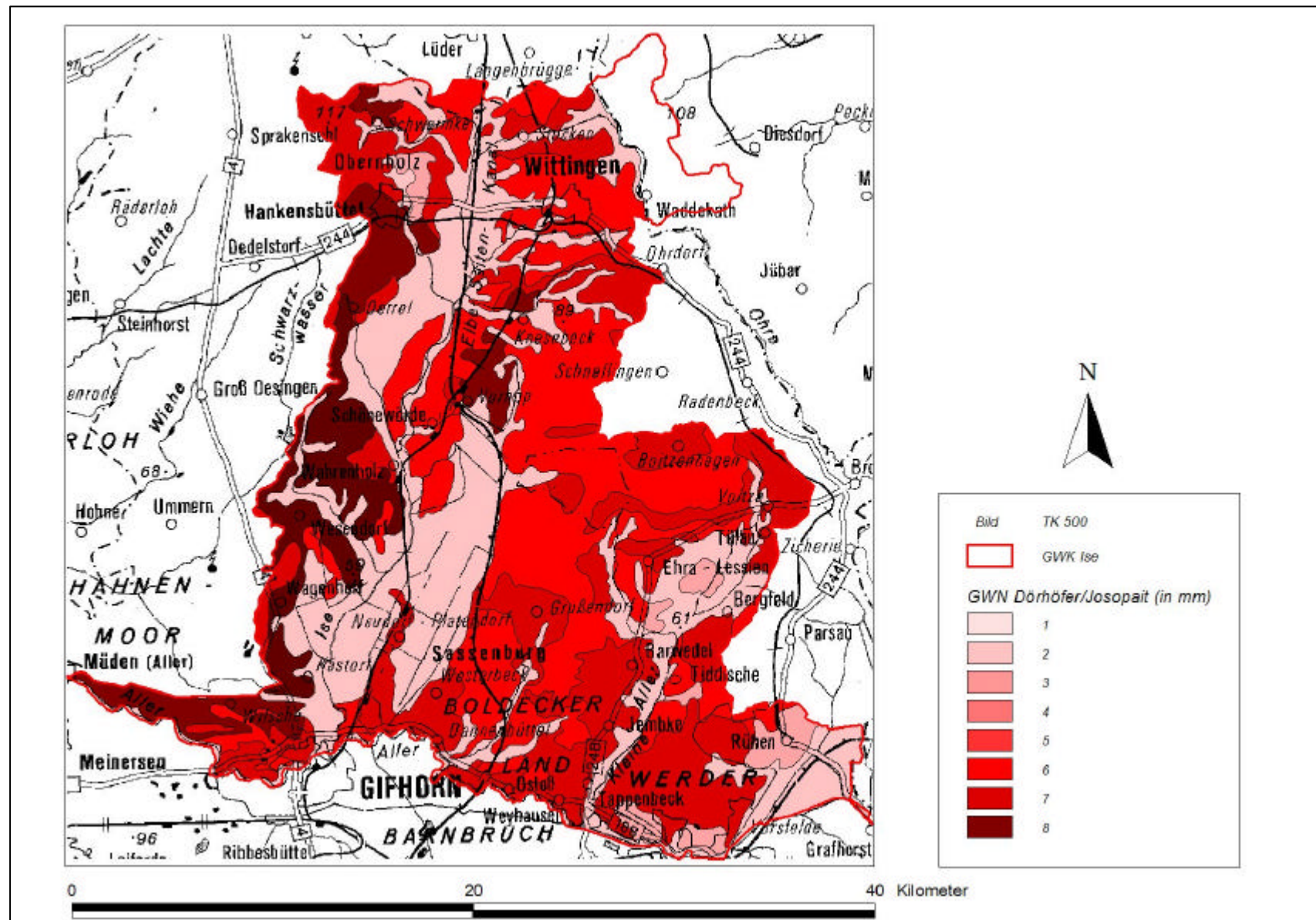


Abb. 44: Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait, NLFb (2003)

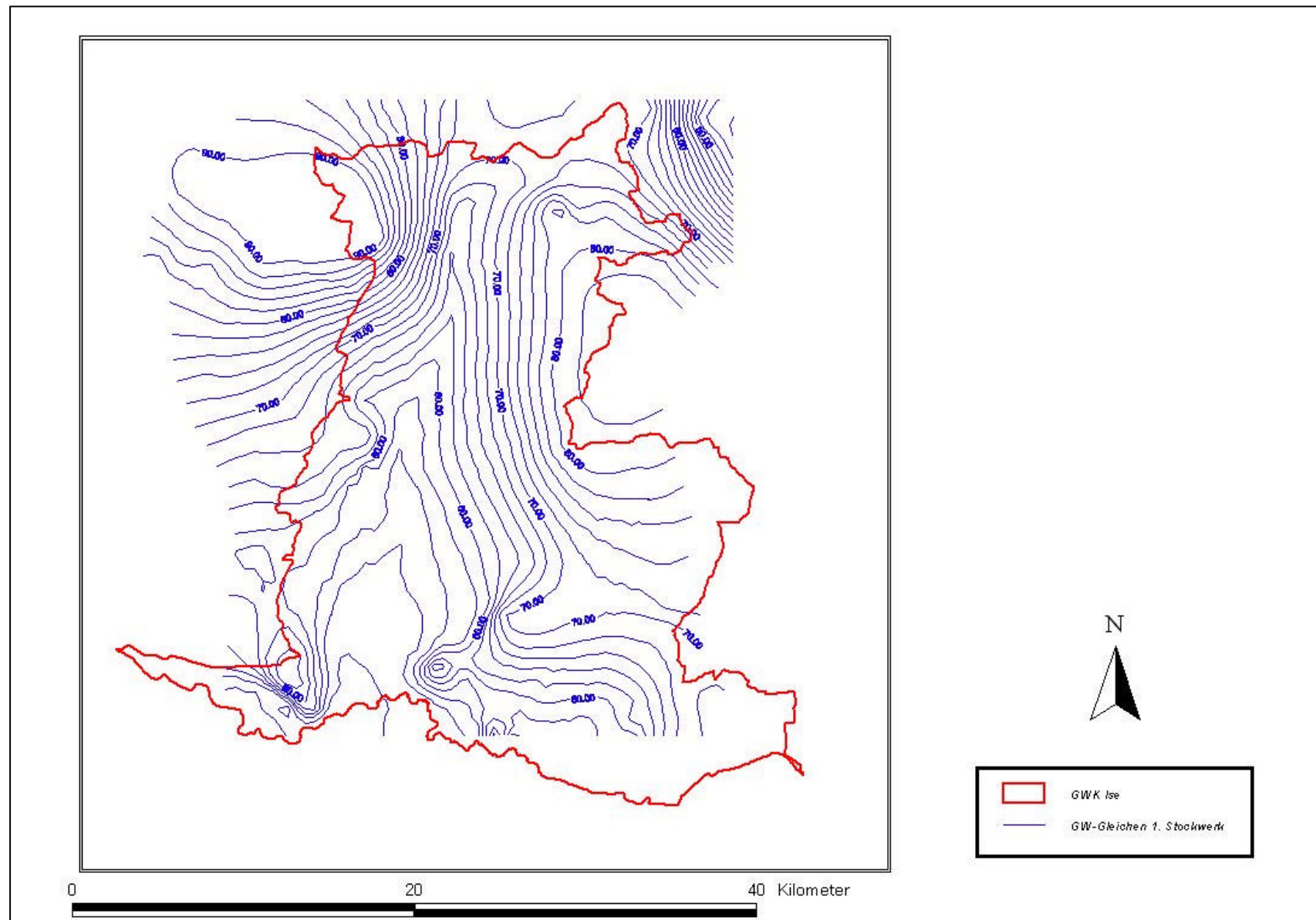


Abb. 45 Grundwasserdynamik 1. Stockwerk, Maßstab 1:50.000, HGN (2003)

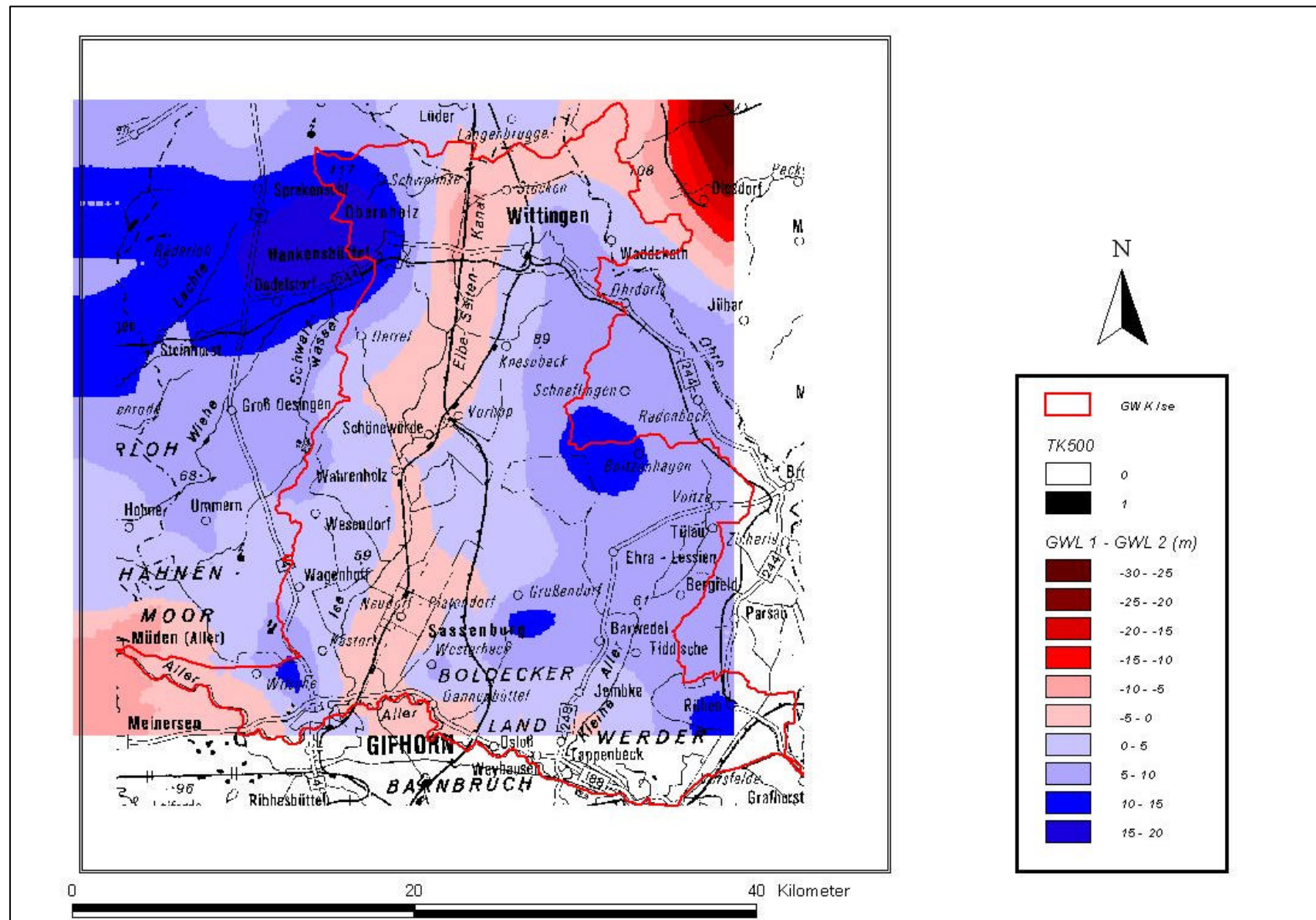


Abb. 47: Grundwasserdynamik GWL 1 zu GWL 2, HGN (2003)

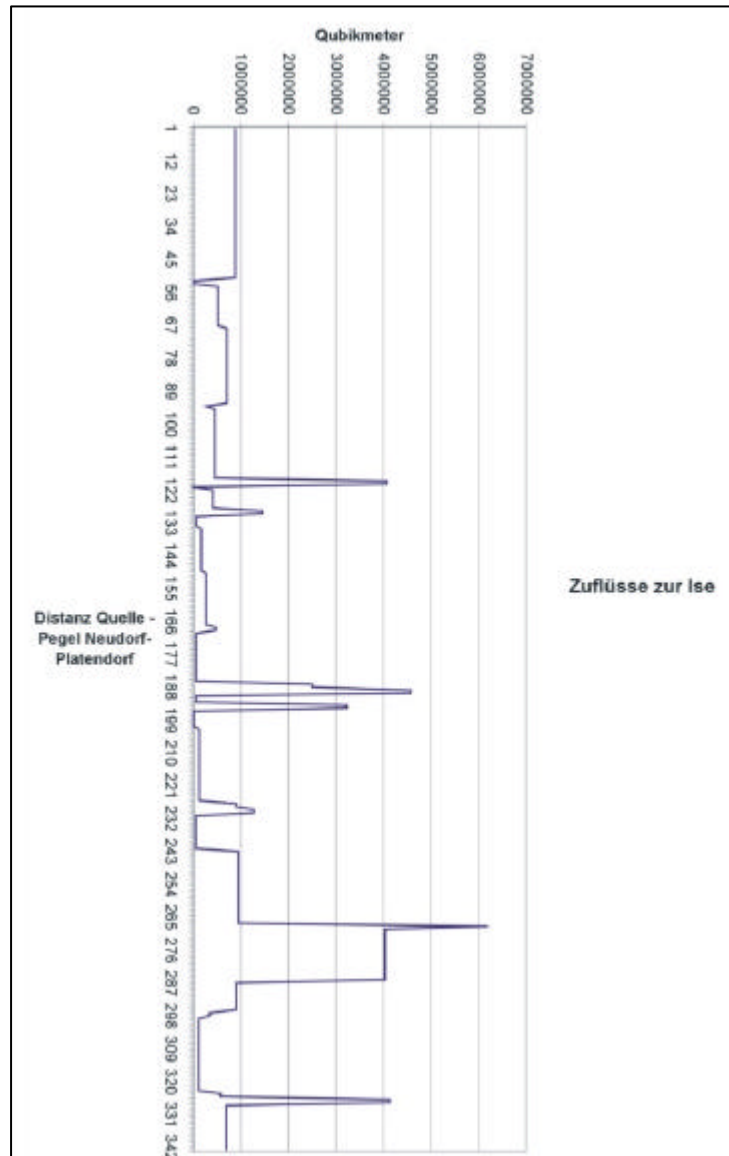


Abb. 50: Basisabfluss, eigene Darstellung

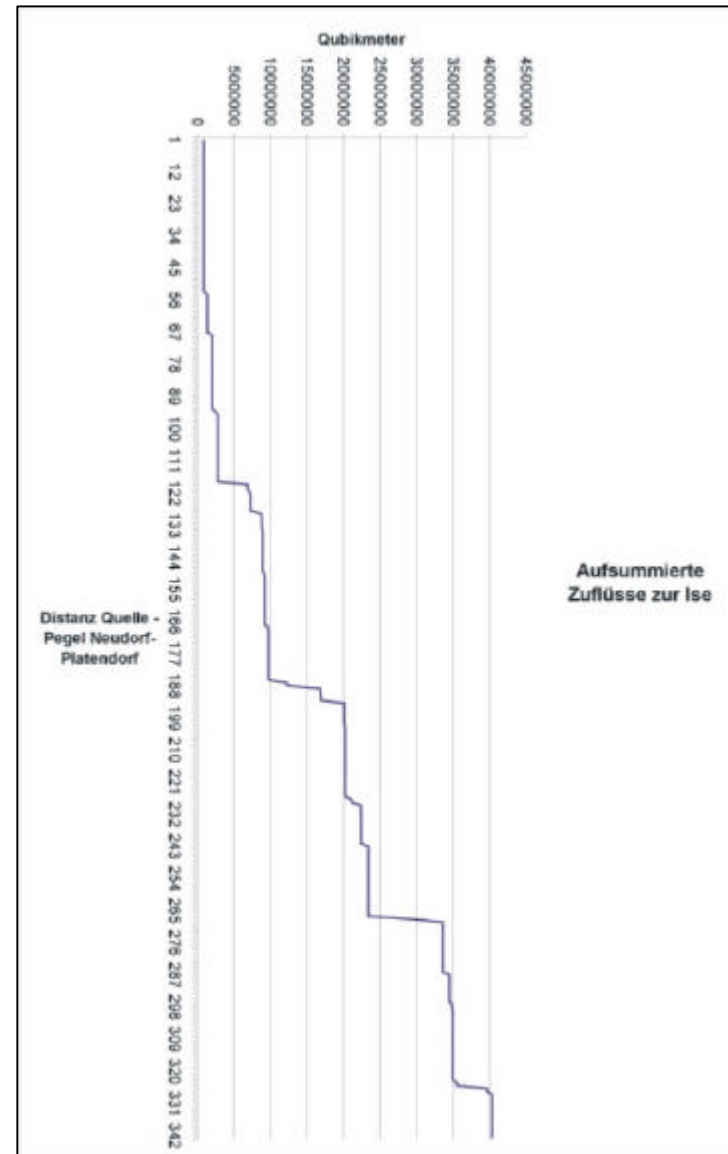


Abb. 51: Kumulativer Basisabfluss, eigene Darstellung

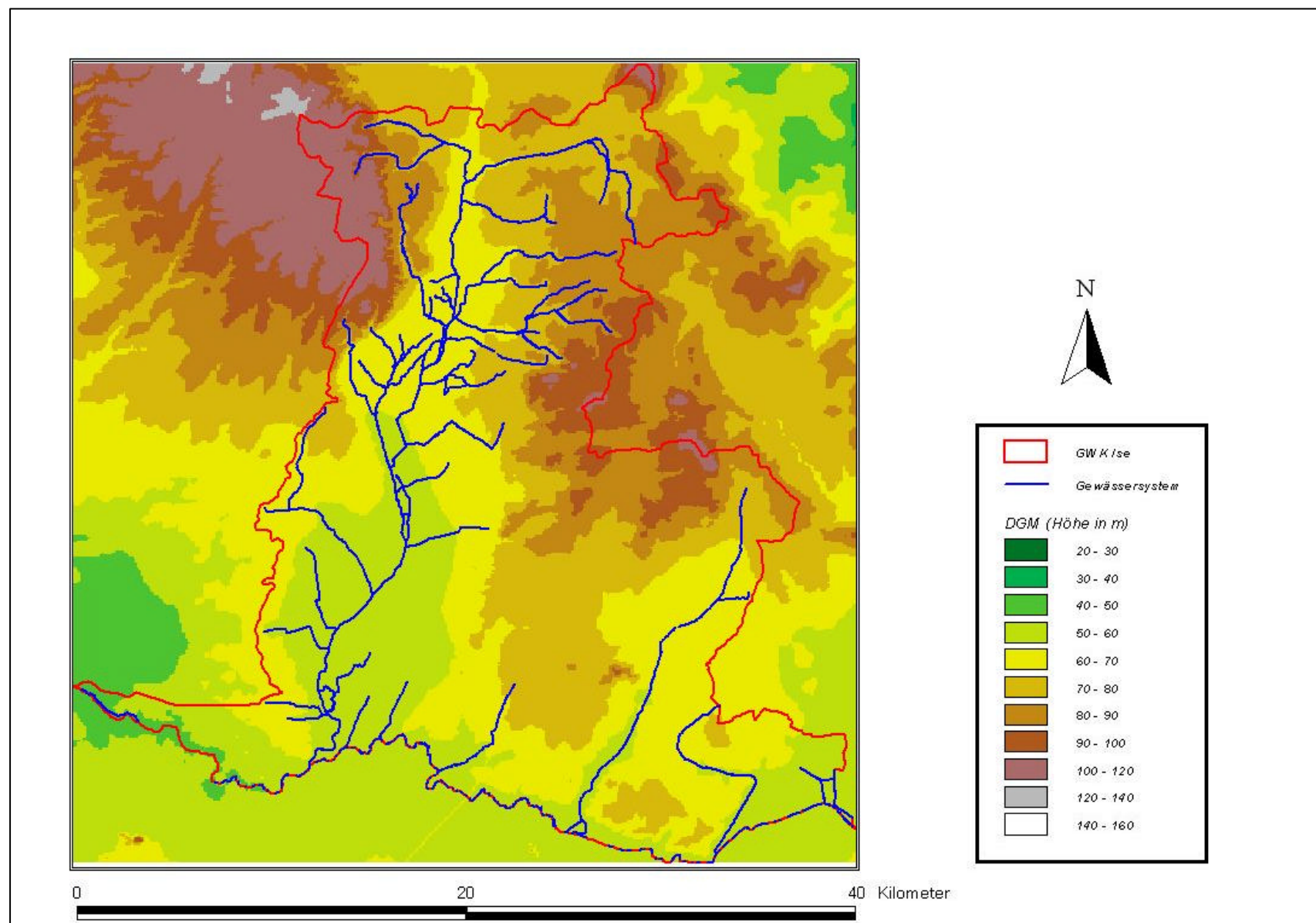


Abb. 52: Fließgewässersystem Ise und Kleine Aller, NLfB (2002), NLÖ (2002)

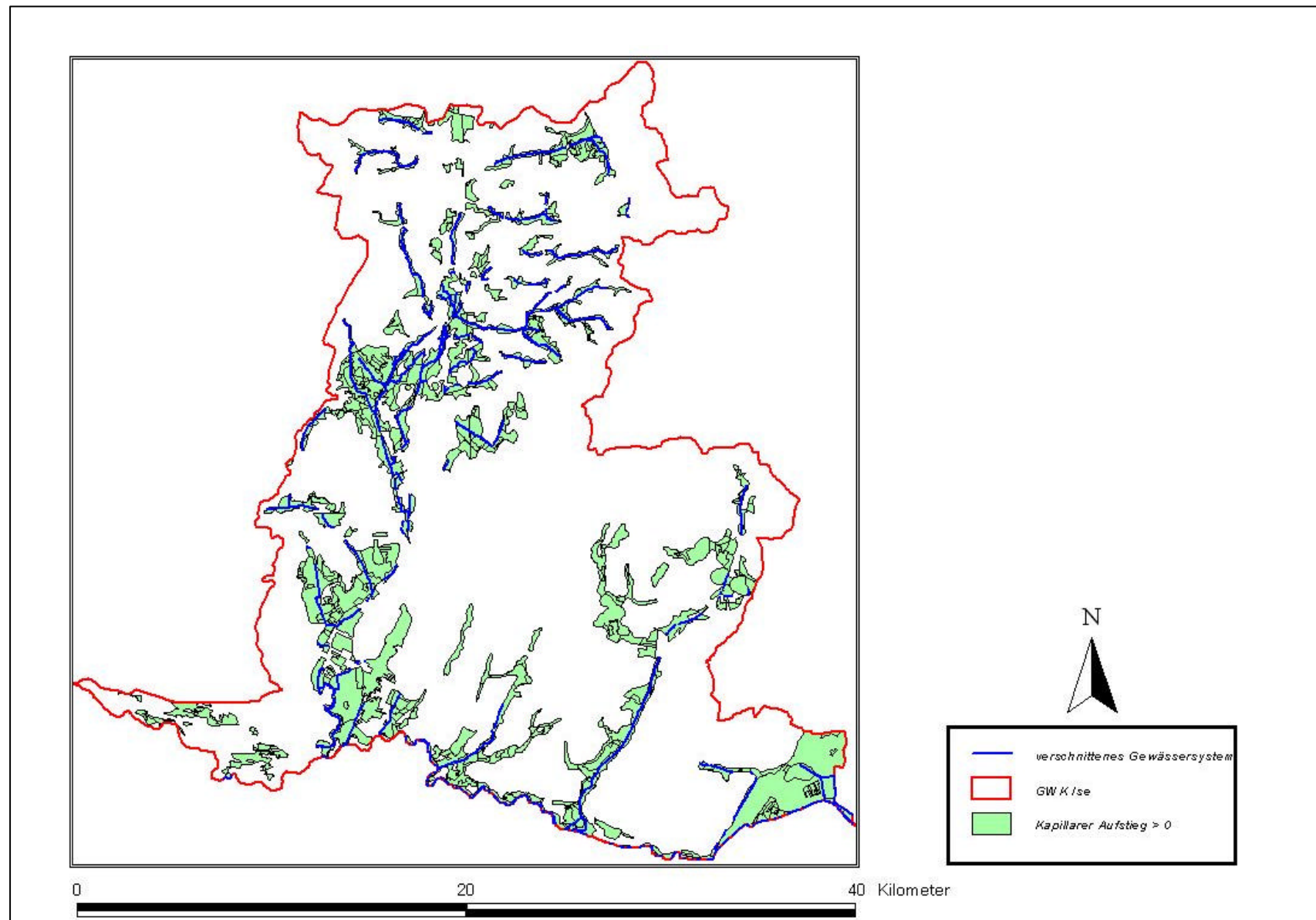


Abb. 53: Fließgewässer verschnitten mit Flächen des kapillaren Aufstiegs ($ka > 0$), NLfB (2004), NLÖ (2002)

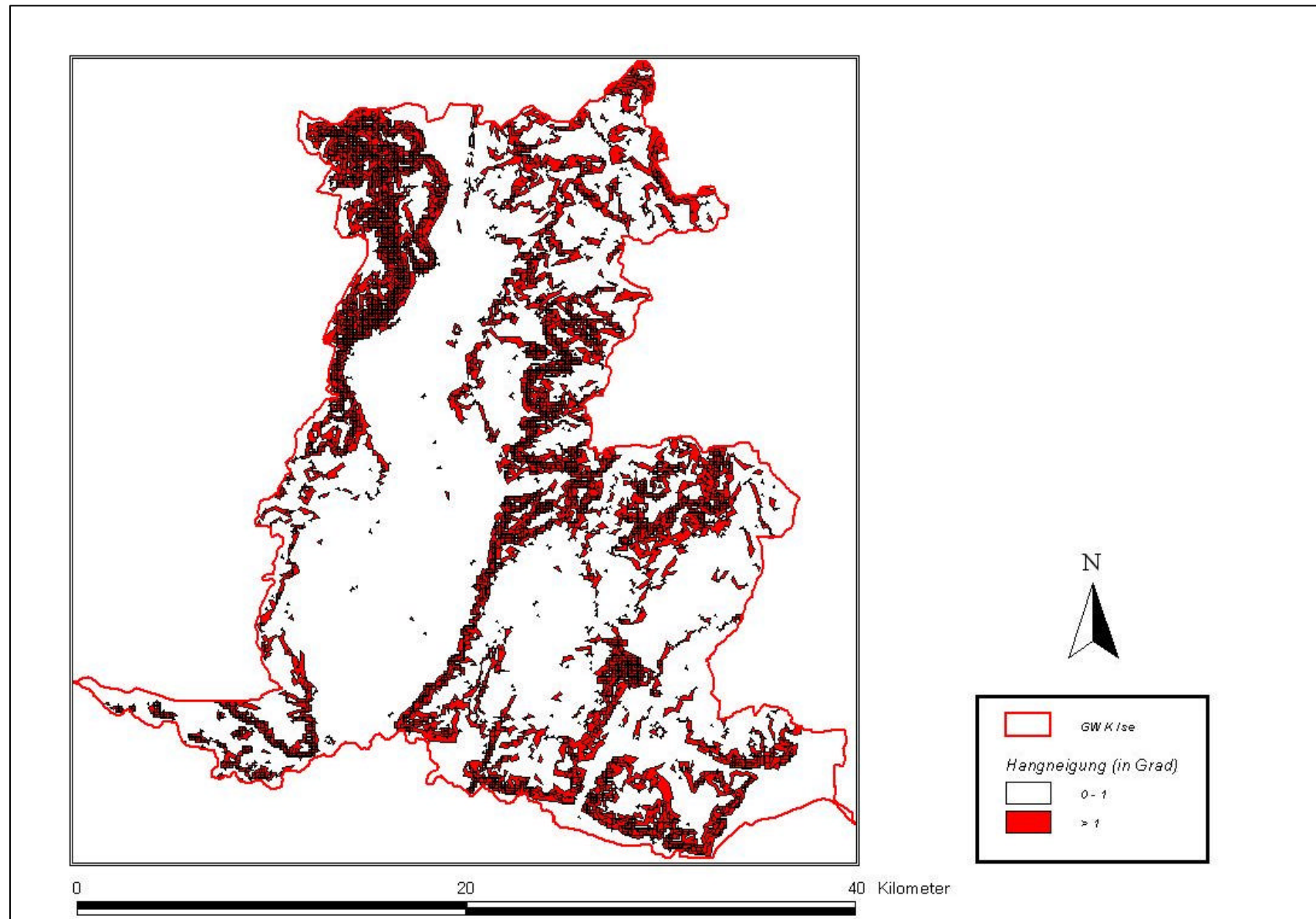


Abb. 54: Flächen mit Hangneigungen größer als 1 °, NLfB (2002)

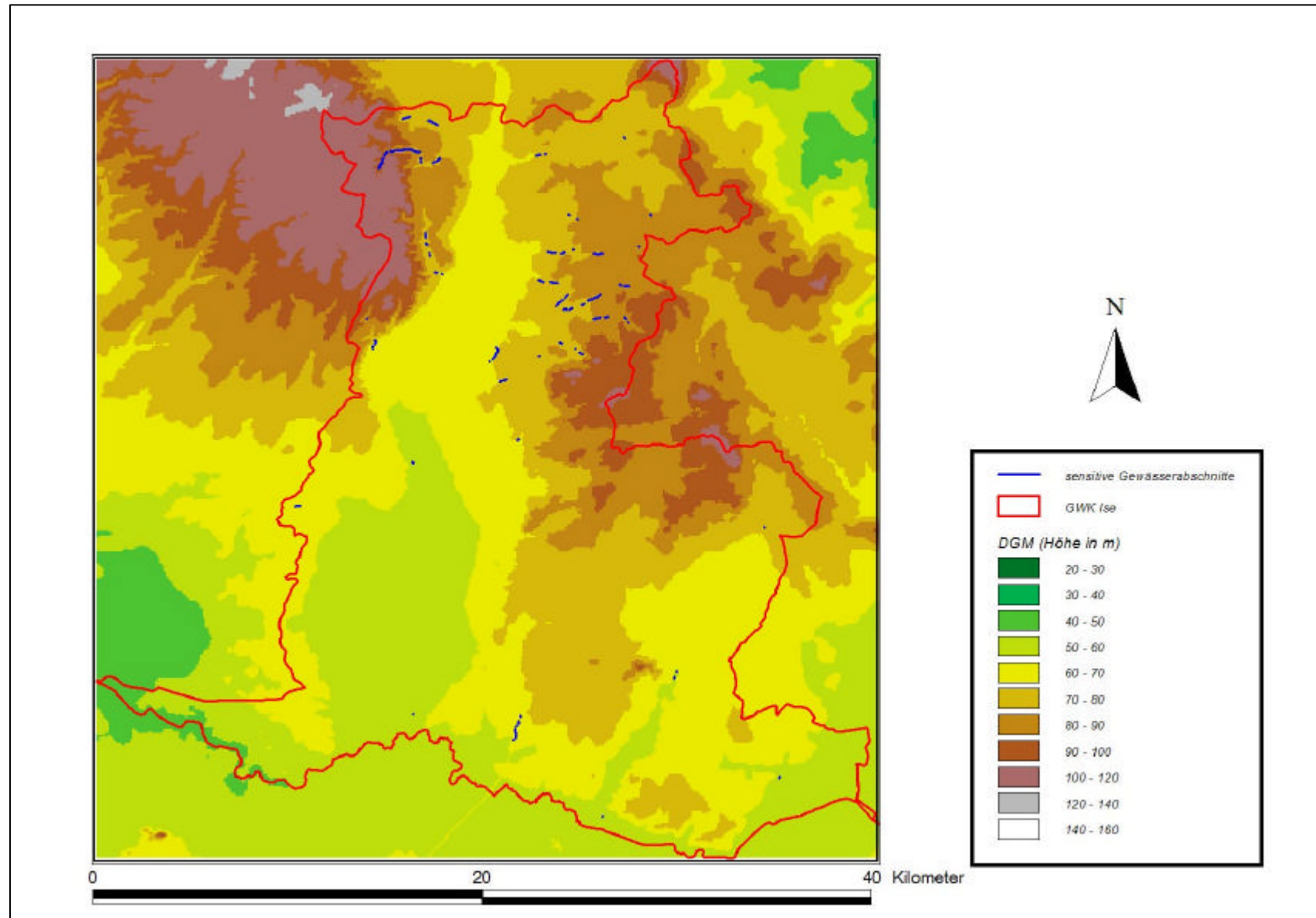


Abb. 55: Fließgewässer nach Verschneidung mit Nutzung, Hangneigung, kapillarem Aufstieg, eigene Darstellung

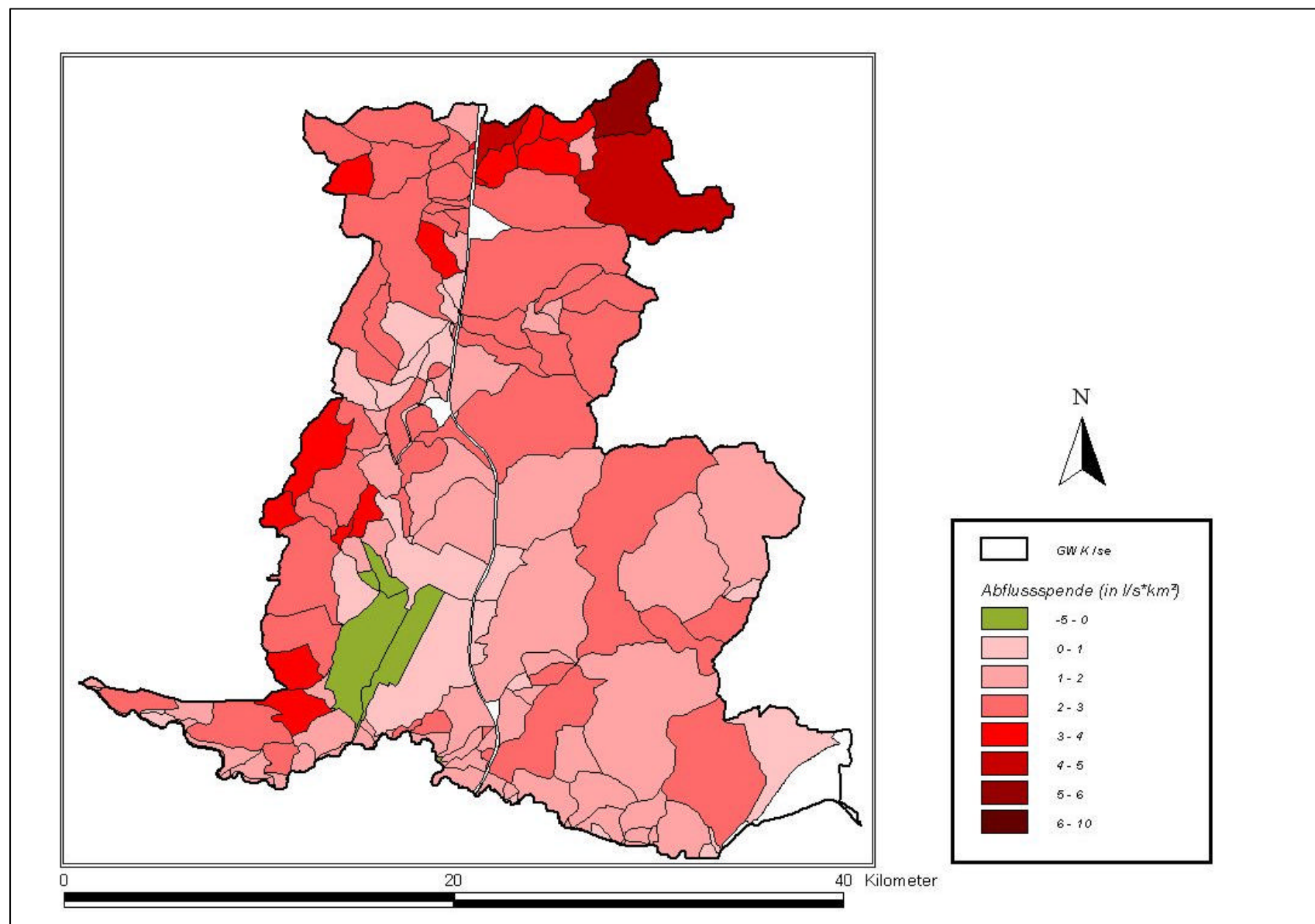


Abb. 56: Abflusssspende gemindert um 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung

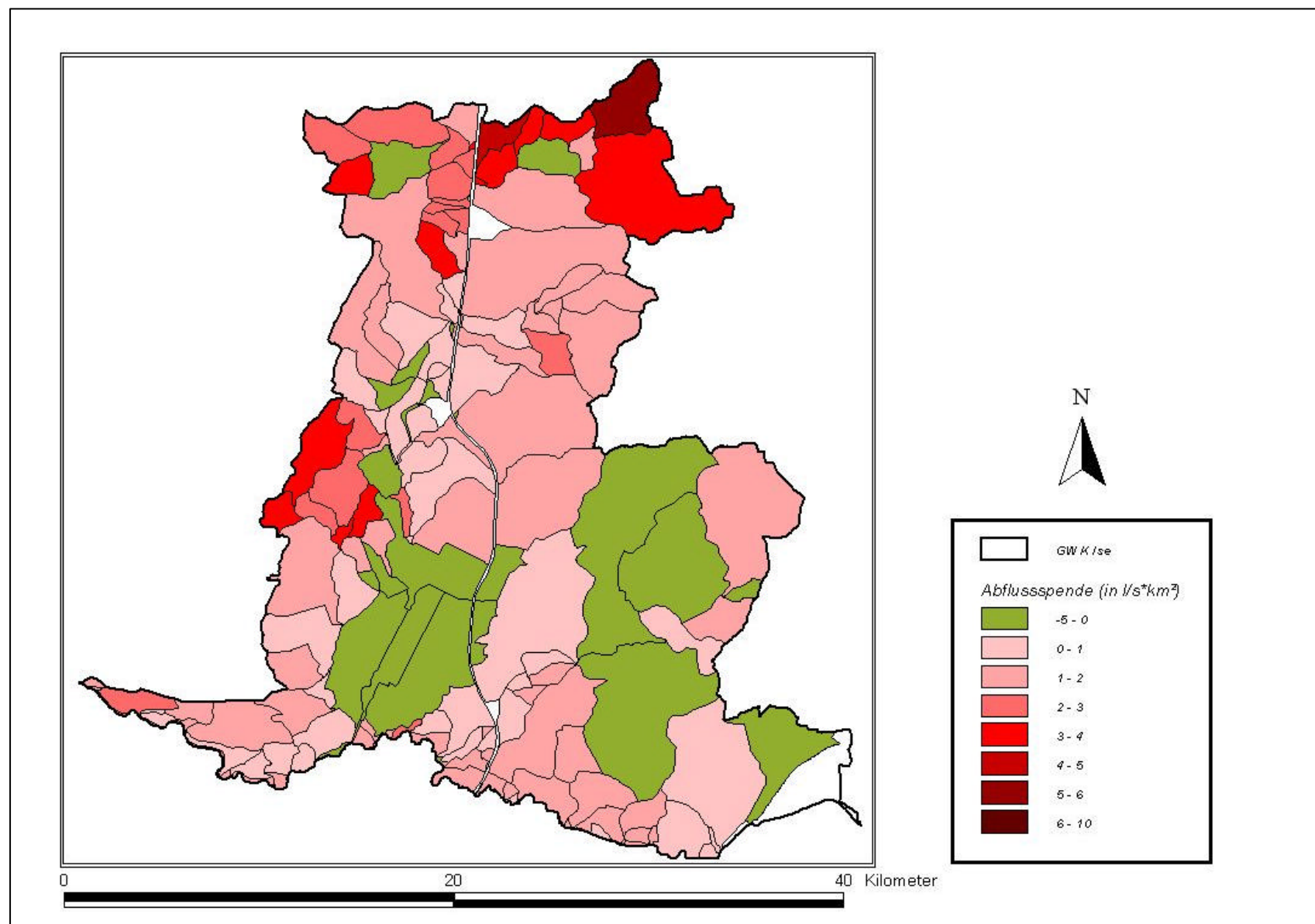


Abb. 57: Abflussspende gemindert um Entnahmen und 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung

Anhang 2 - Abbildungen Untersuchungsraum Ilmenau

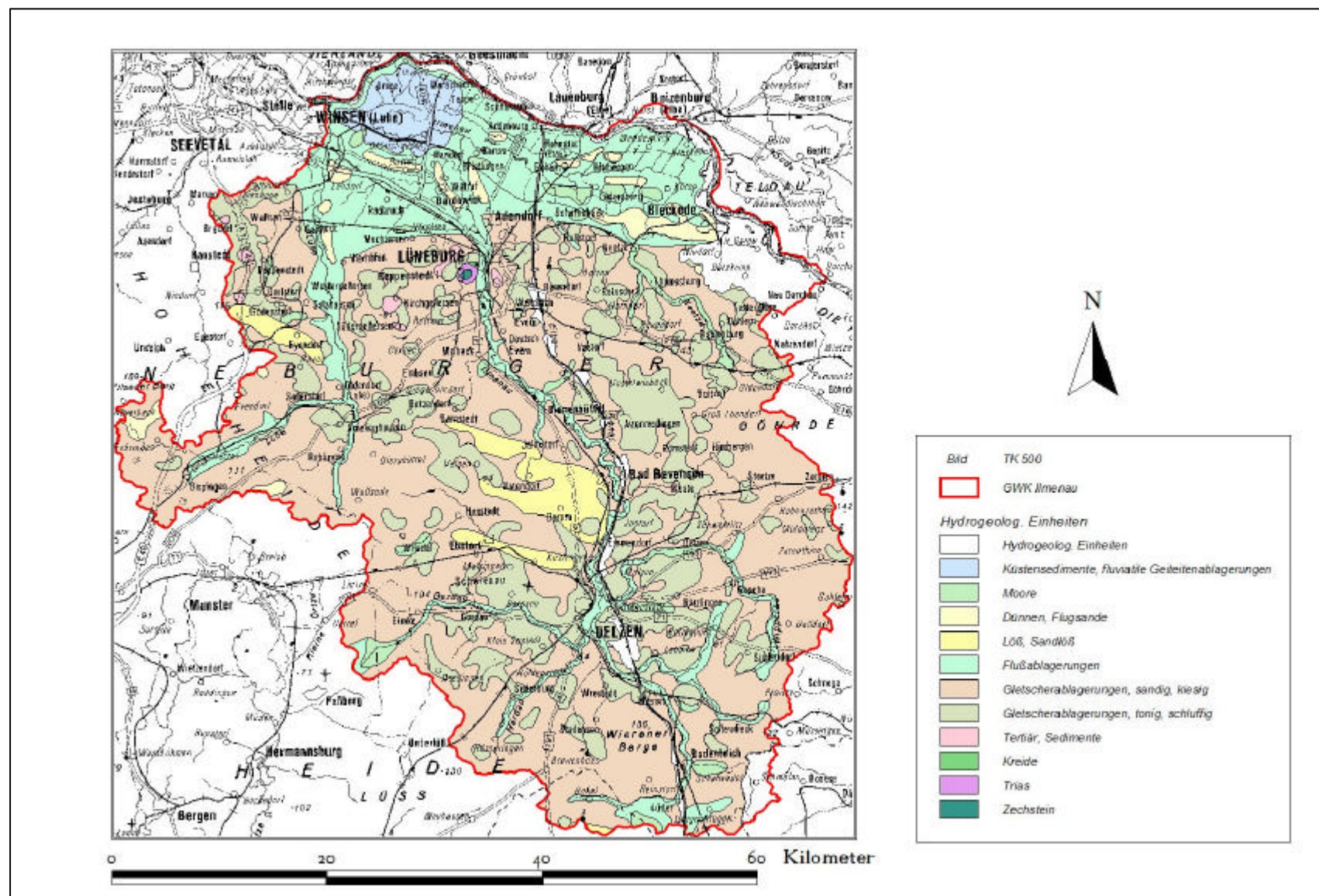


Abb. 59: Hydrogeologische Teilräume des GWK Ise nach NLFb (Jahr)

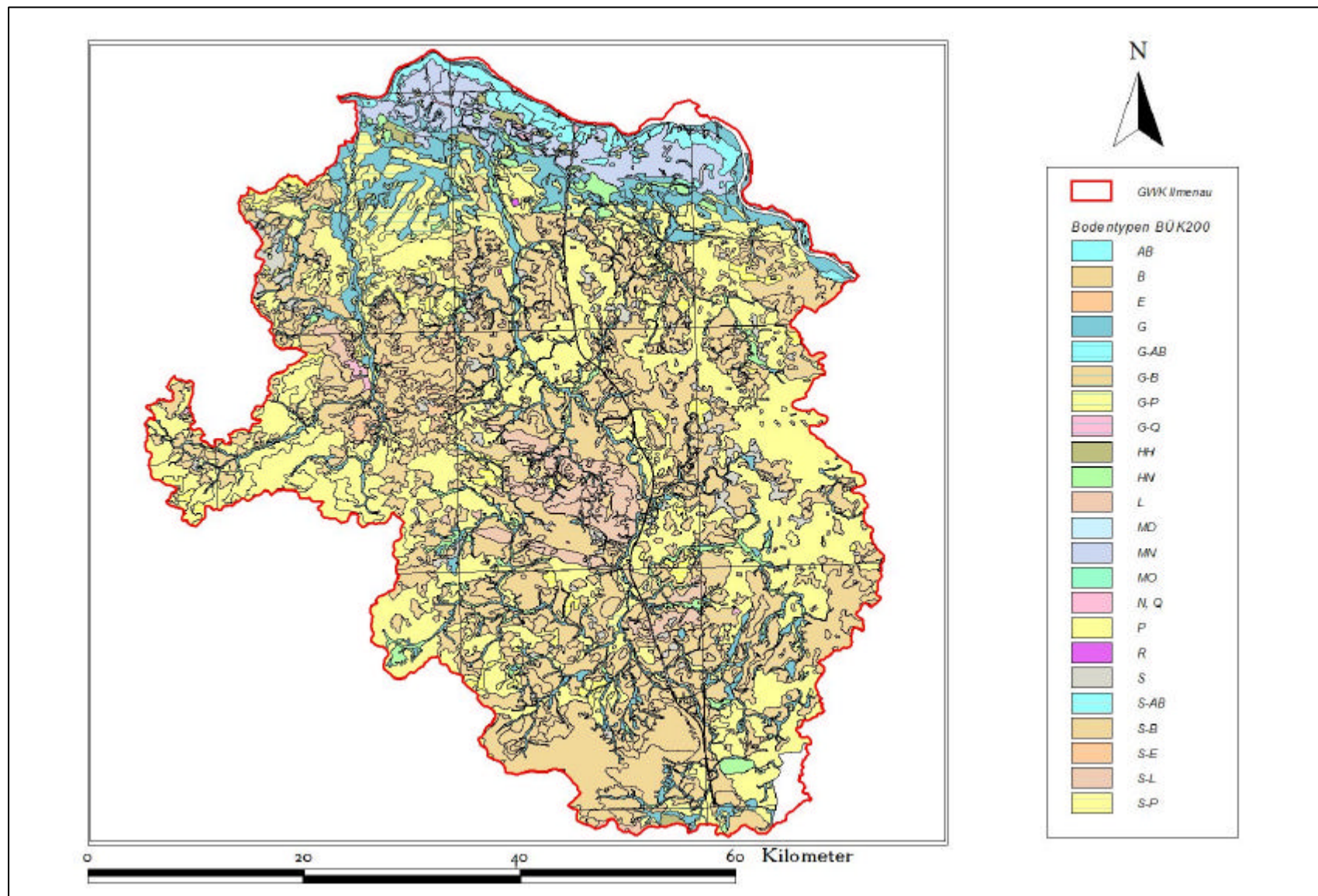


Abb. 60: Bodentypen aus der BÜK 200 nach NLfB (Jahr)

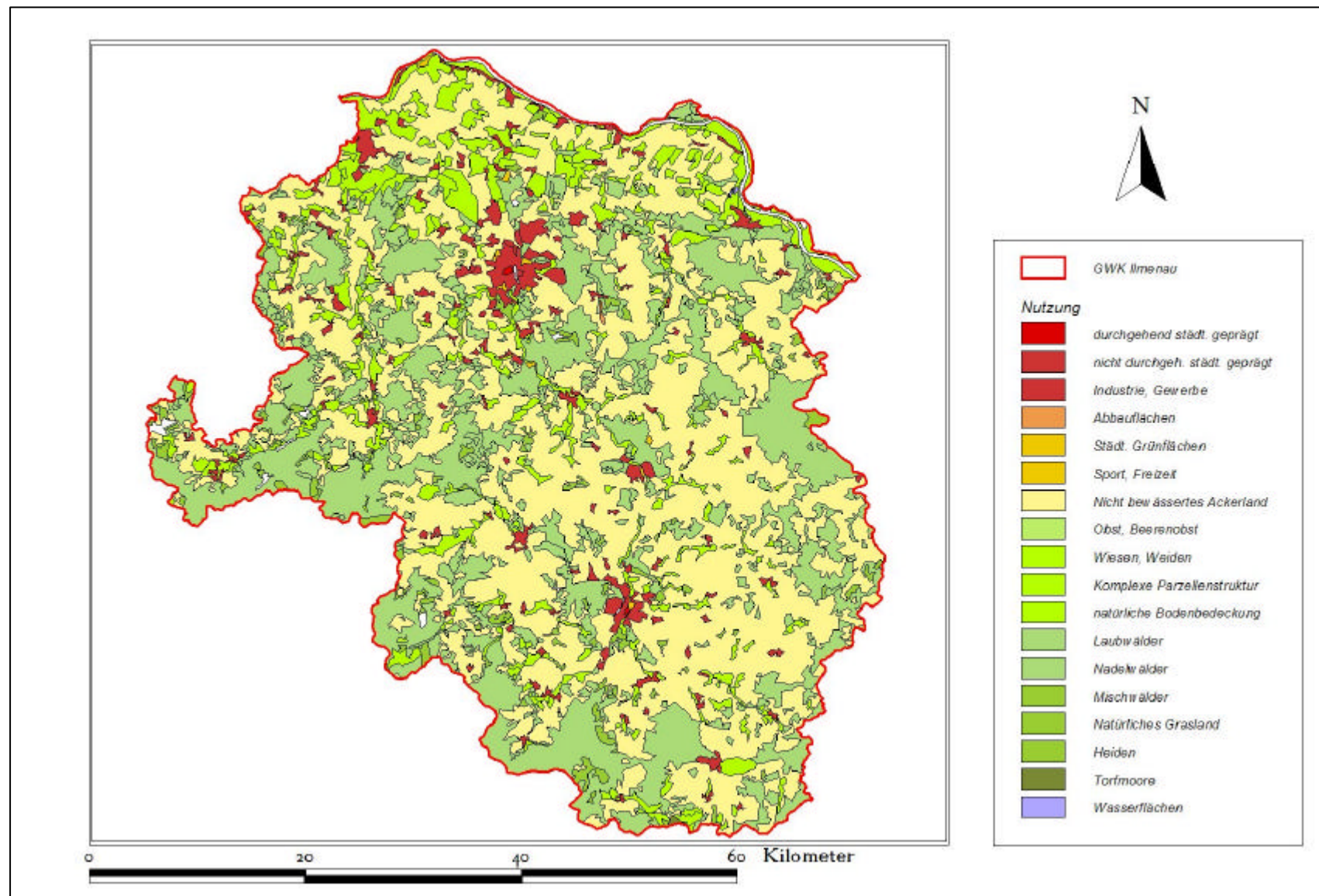


Abb. 61: Landnutzung im Untersuchungsgebiet Ilmenau, NLfB (2002)

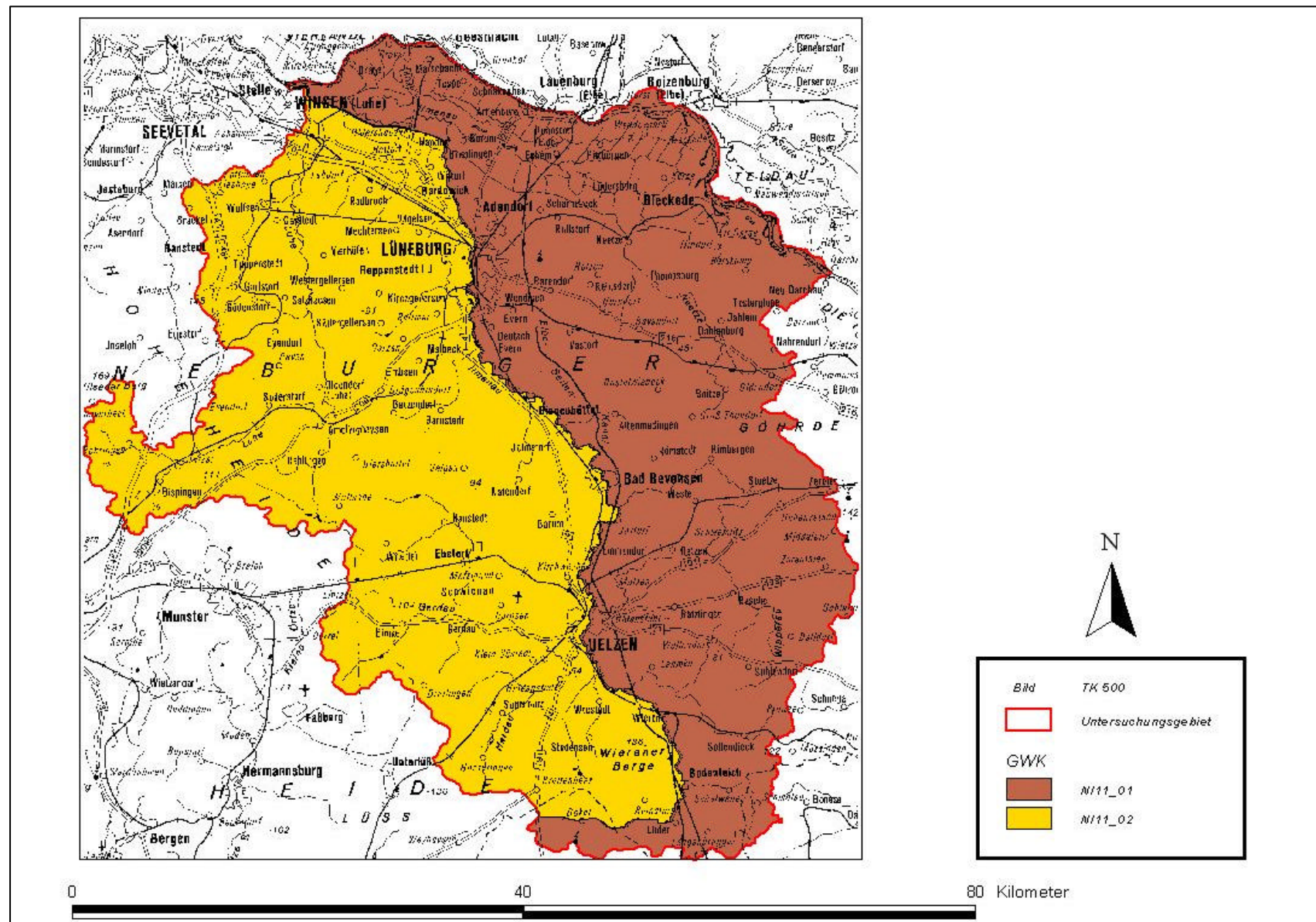


Abb. 62: Grundwasserkörper Ilmenau nach NLfB (2003)

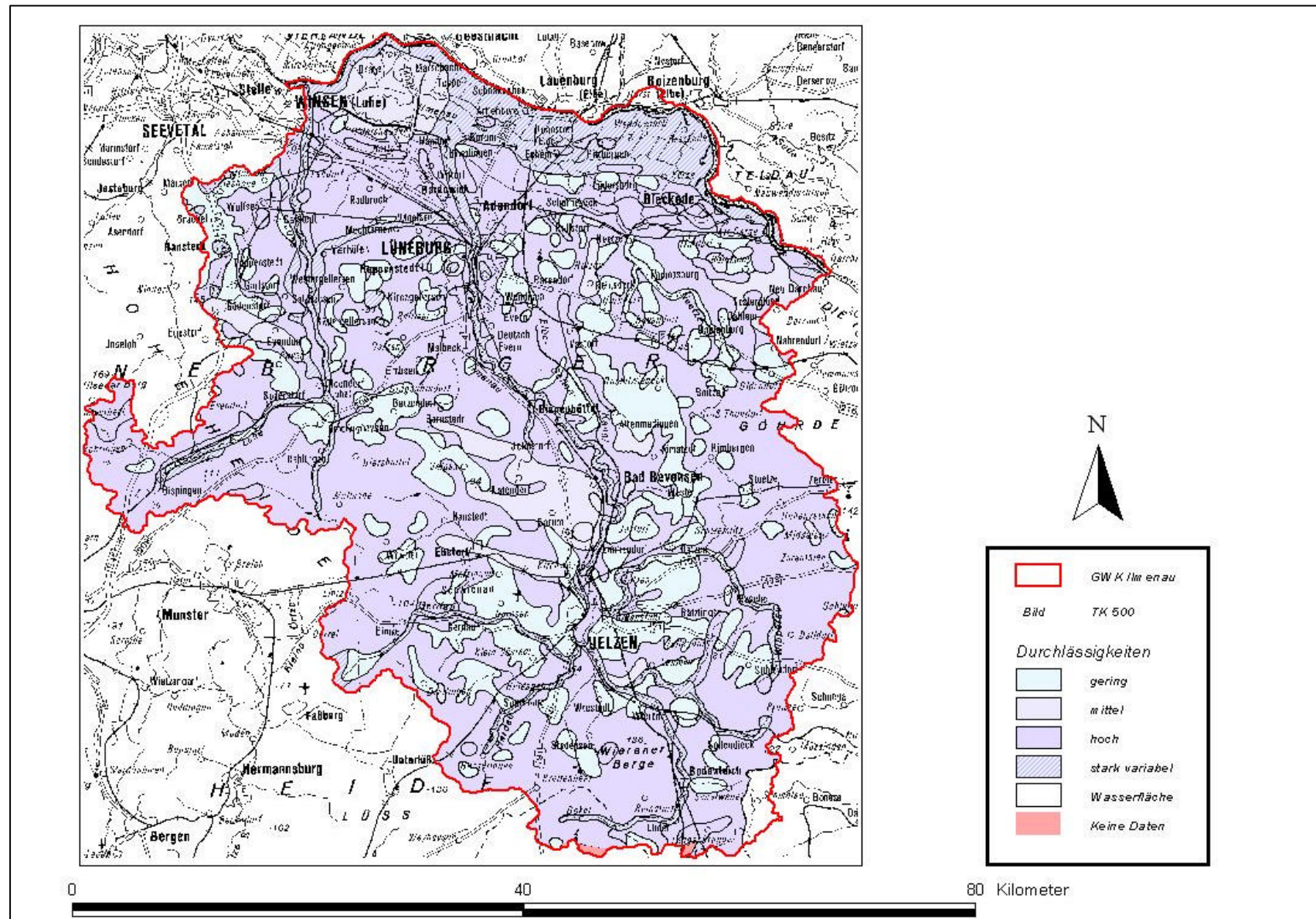


Abb. 63: Karte der Durchlässigkeiten – Ilmenau, NLfB (2004)

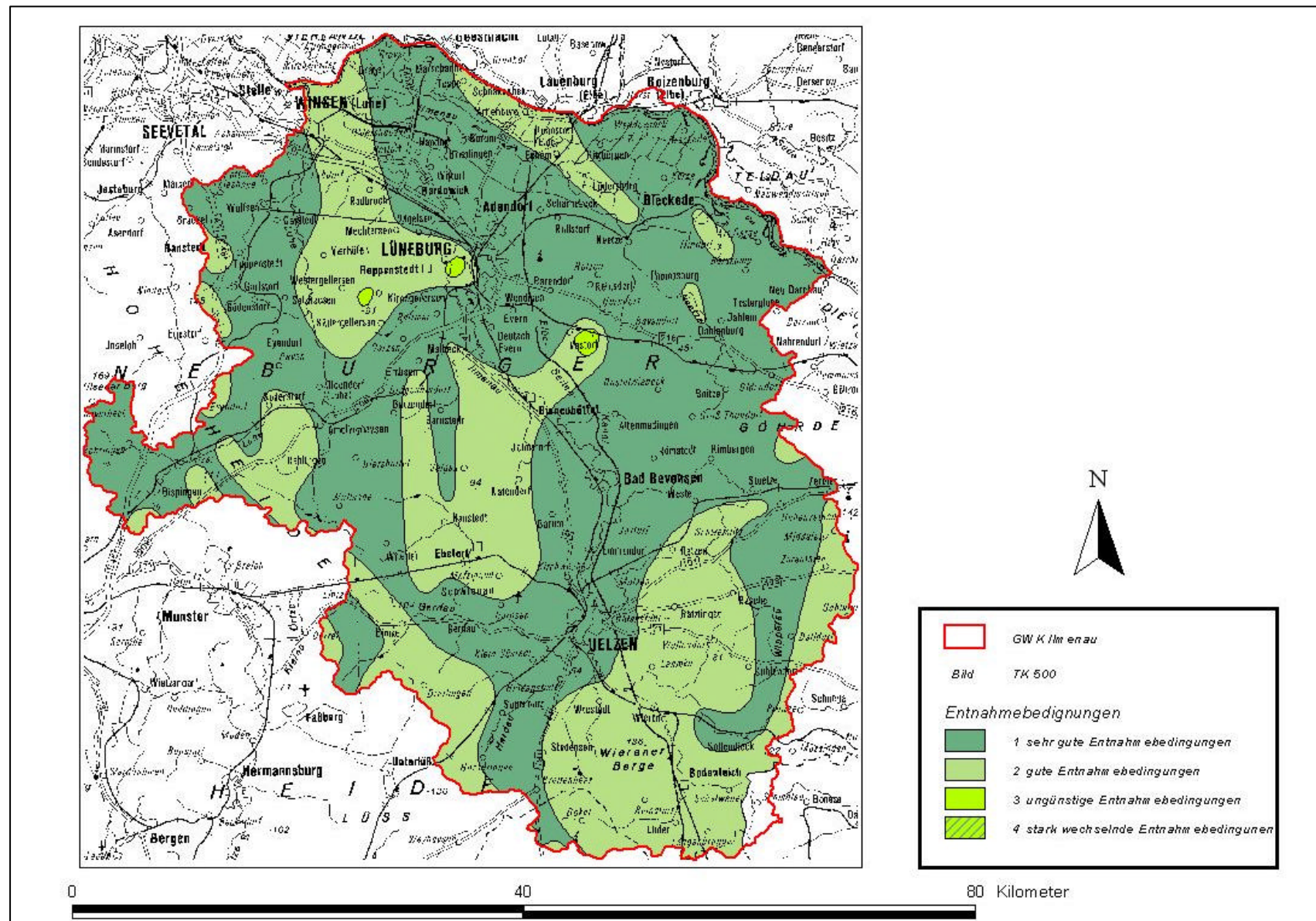


Abb. 64: Entnahmebedingungen Imlenau, NLF (2004)

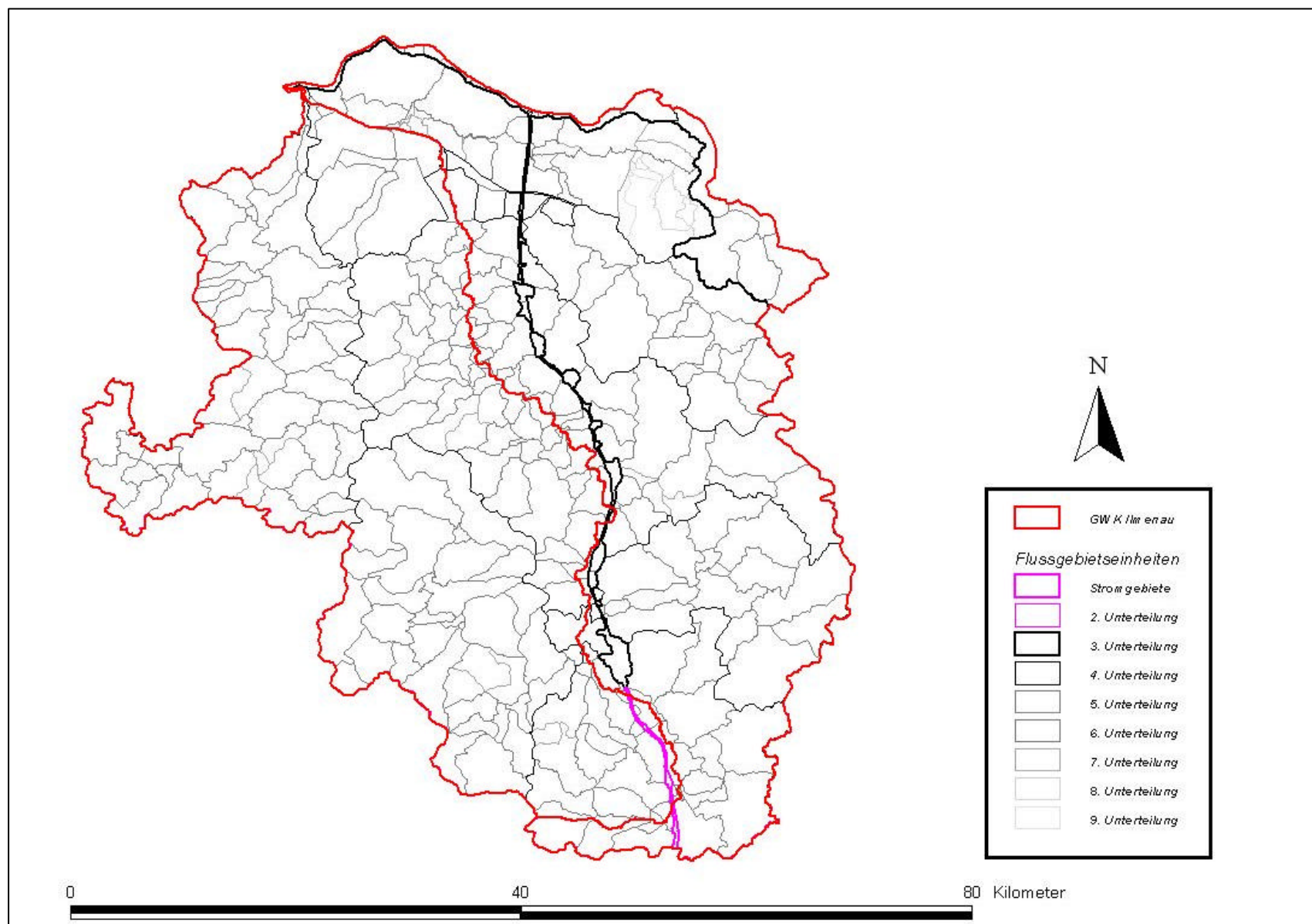


Abb. 65: Oberirdische Wasserkörper Ilmenau nach NLÖ (2003)

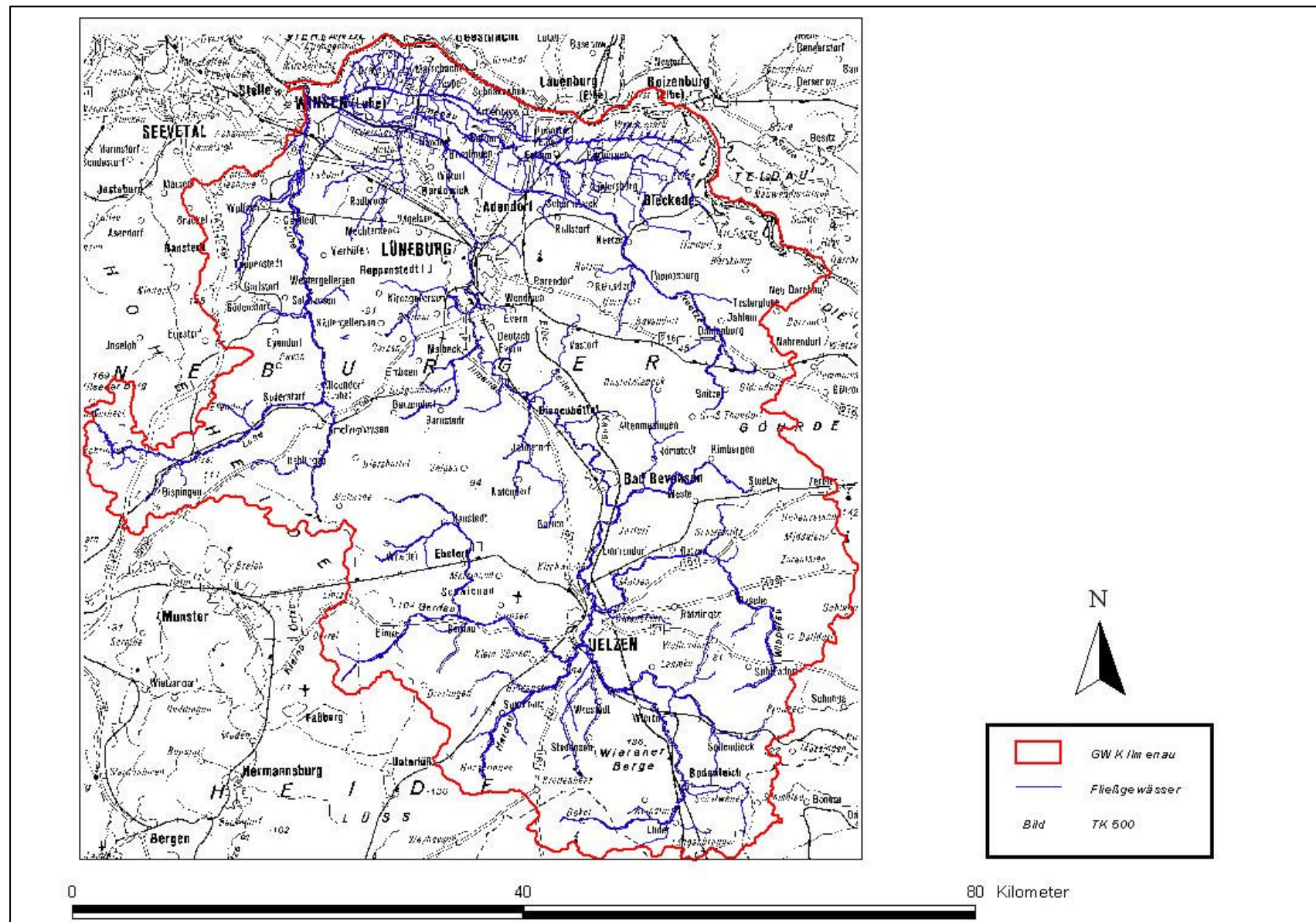


Abb. 66: Fließgewässernetz Ilmenau nach NLÖ (2003)

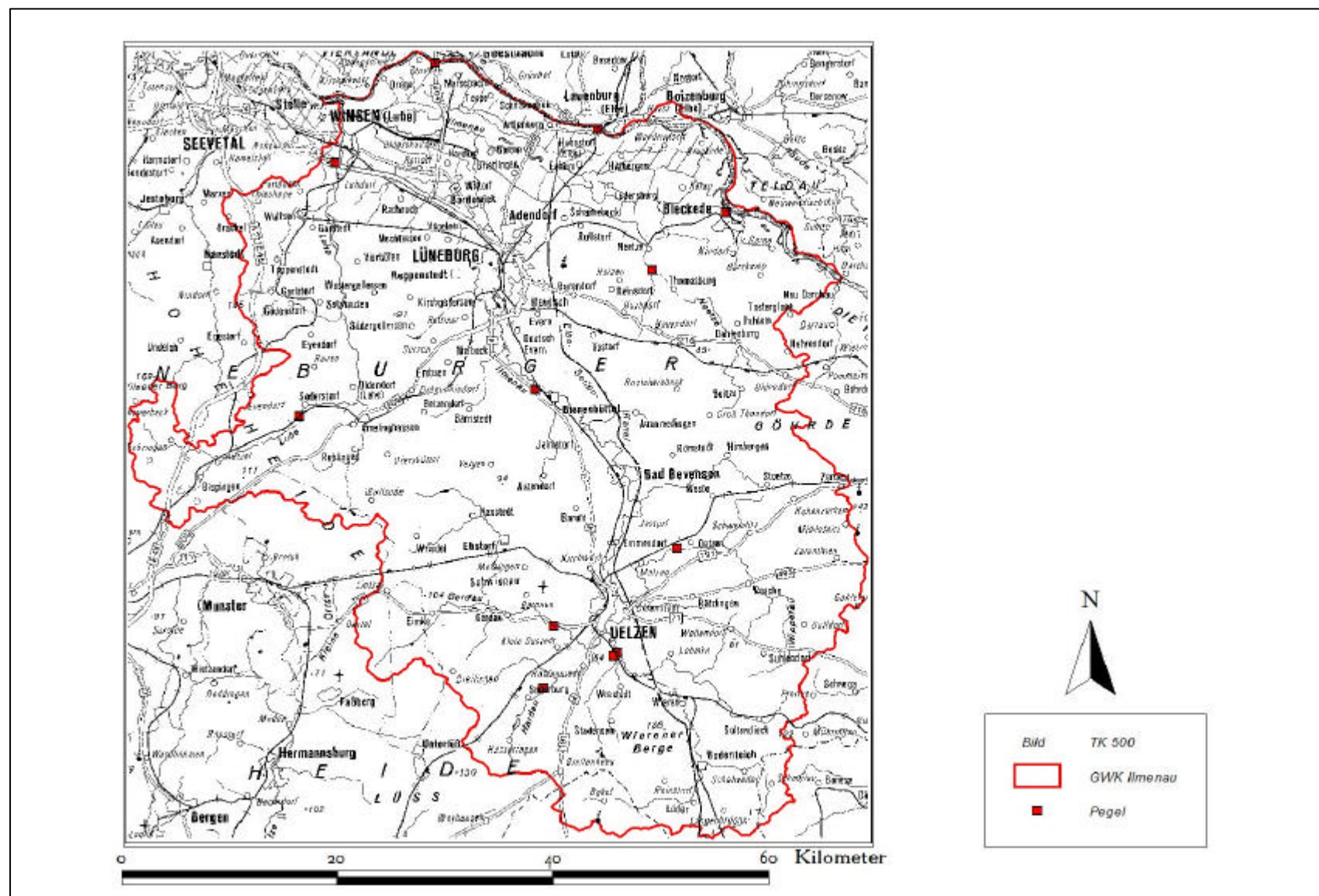


Abb. 67: Pegel Untersuchungsgebiet Ilmenau nach NLÖ (2003)

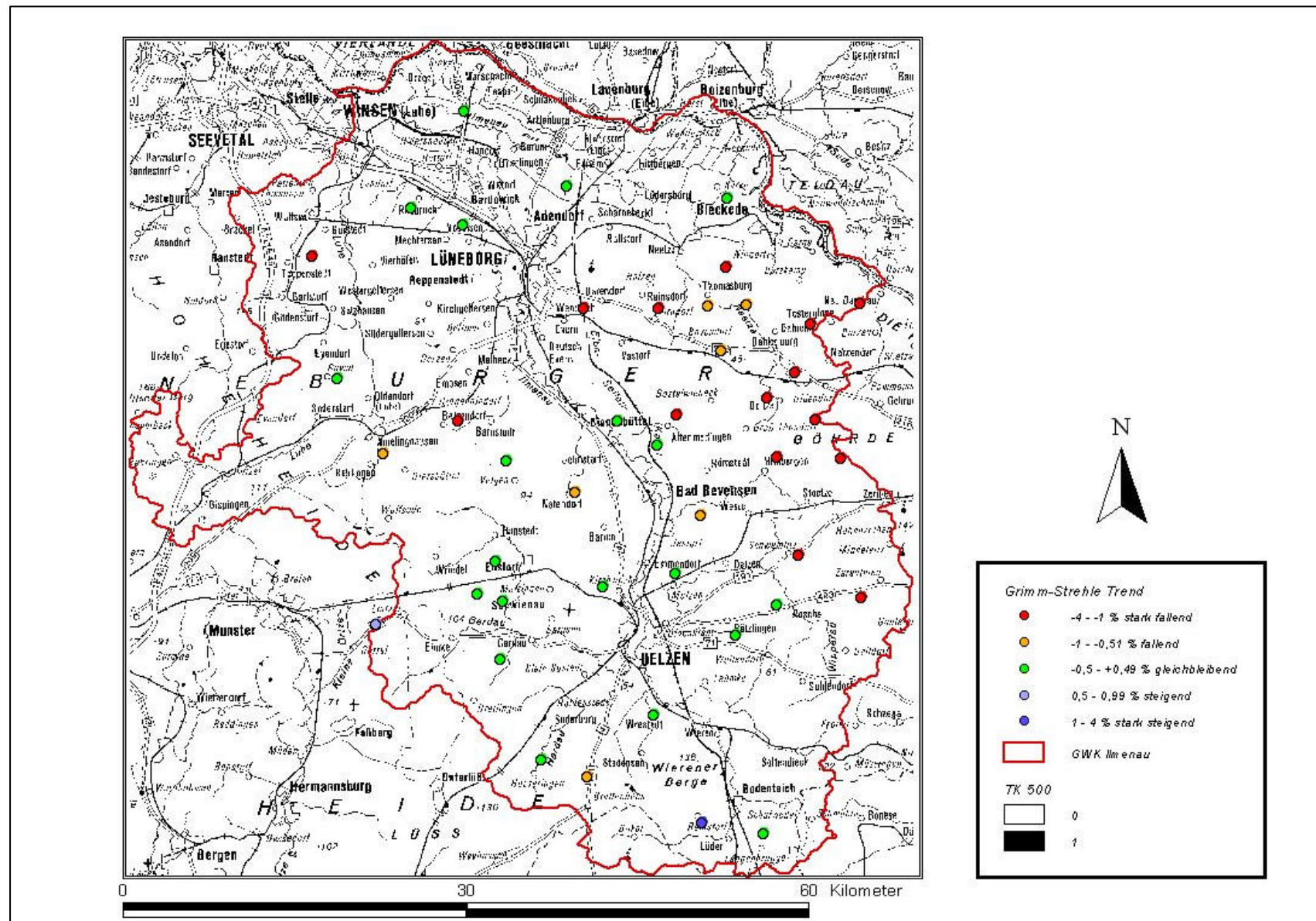


Abb. 69: GWMS mit Trendanalyse nach Grimm-Strehle nach NLfB (2003)

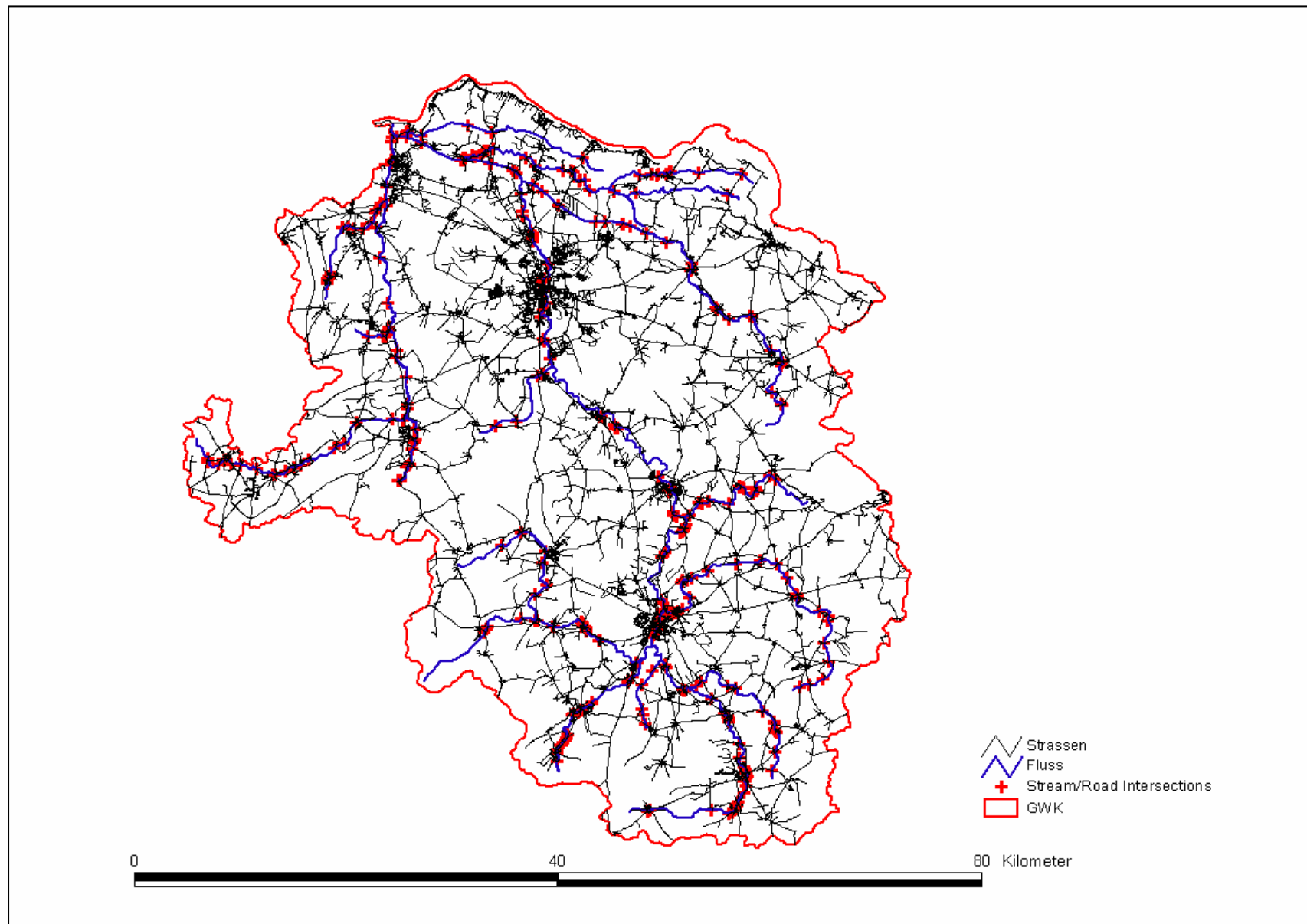


Abb. 70: Querbauwerke / Strassen Ilmenau, eigene Darstellung

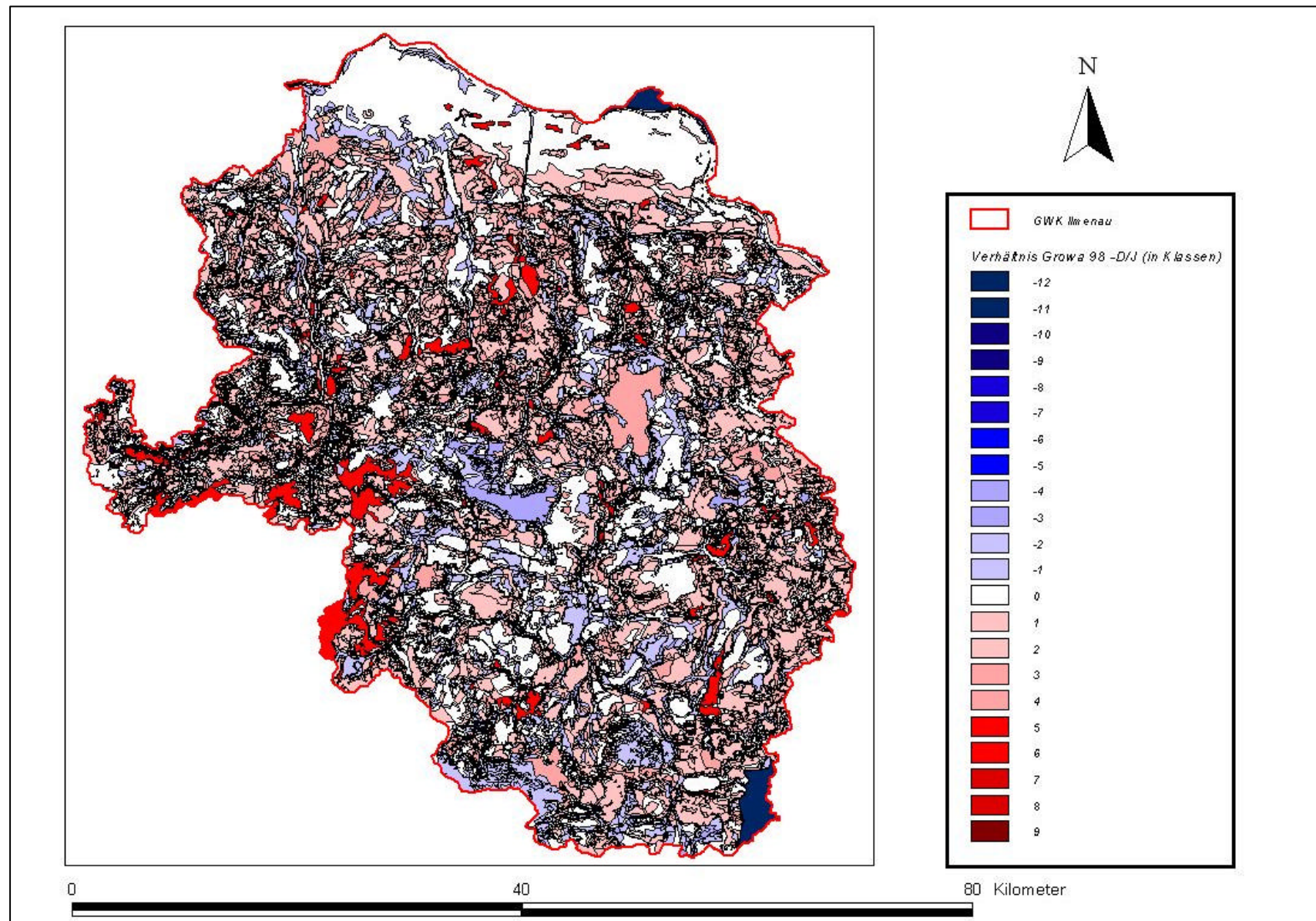


Abb. 71: Verhältnis GWN Grows 98 zu Dörhöfer/Josopait Ilmenau nach NLfB (2003)

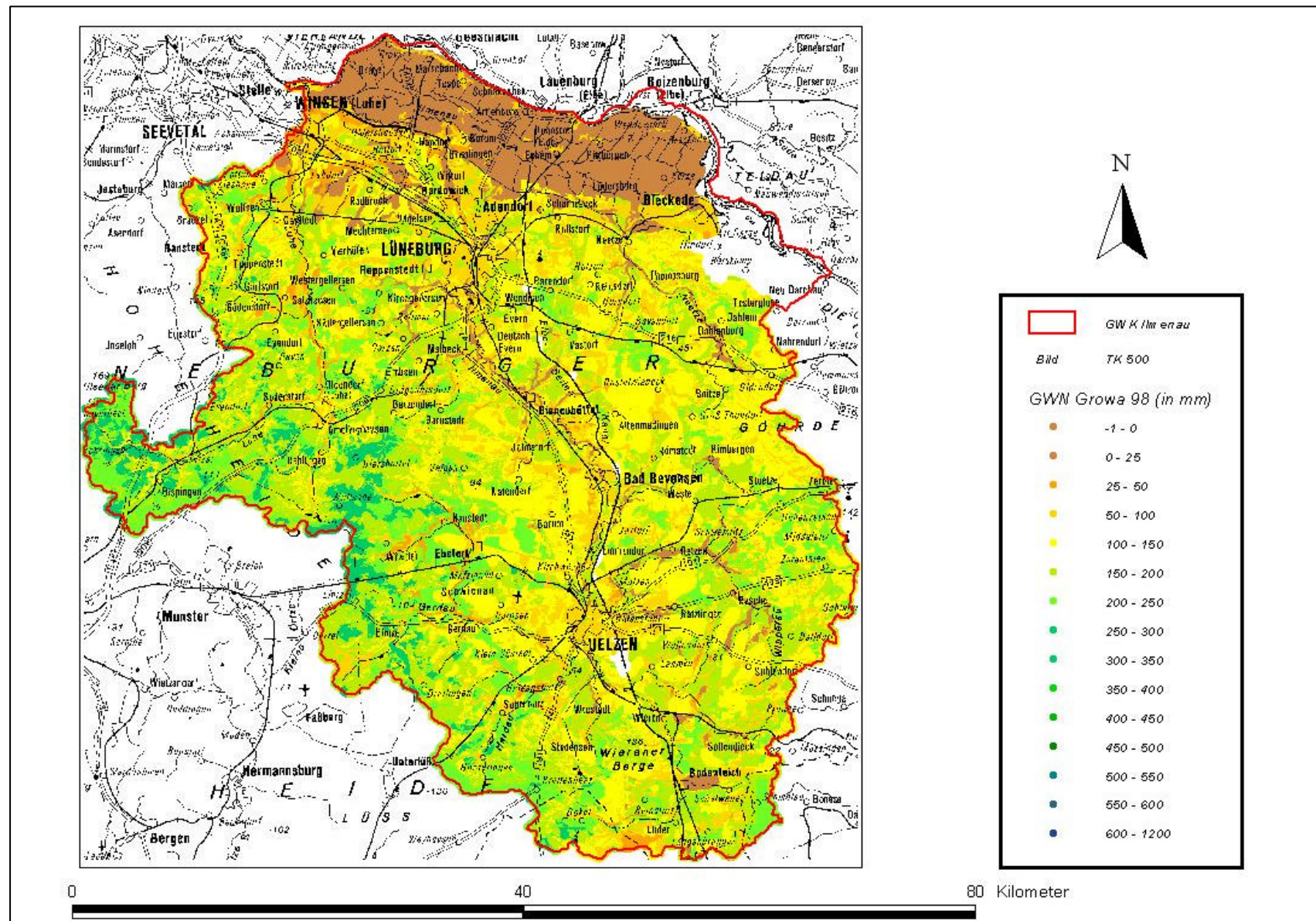


Abb. 72: Grundwasserneubildung nach Grows 98 Ilmenau nach NLfB (2002)

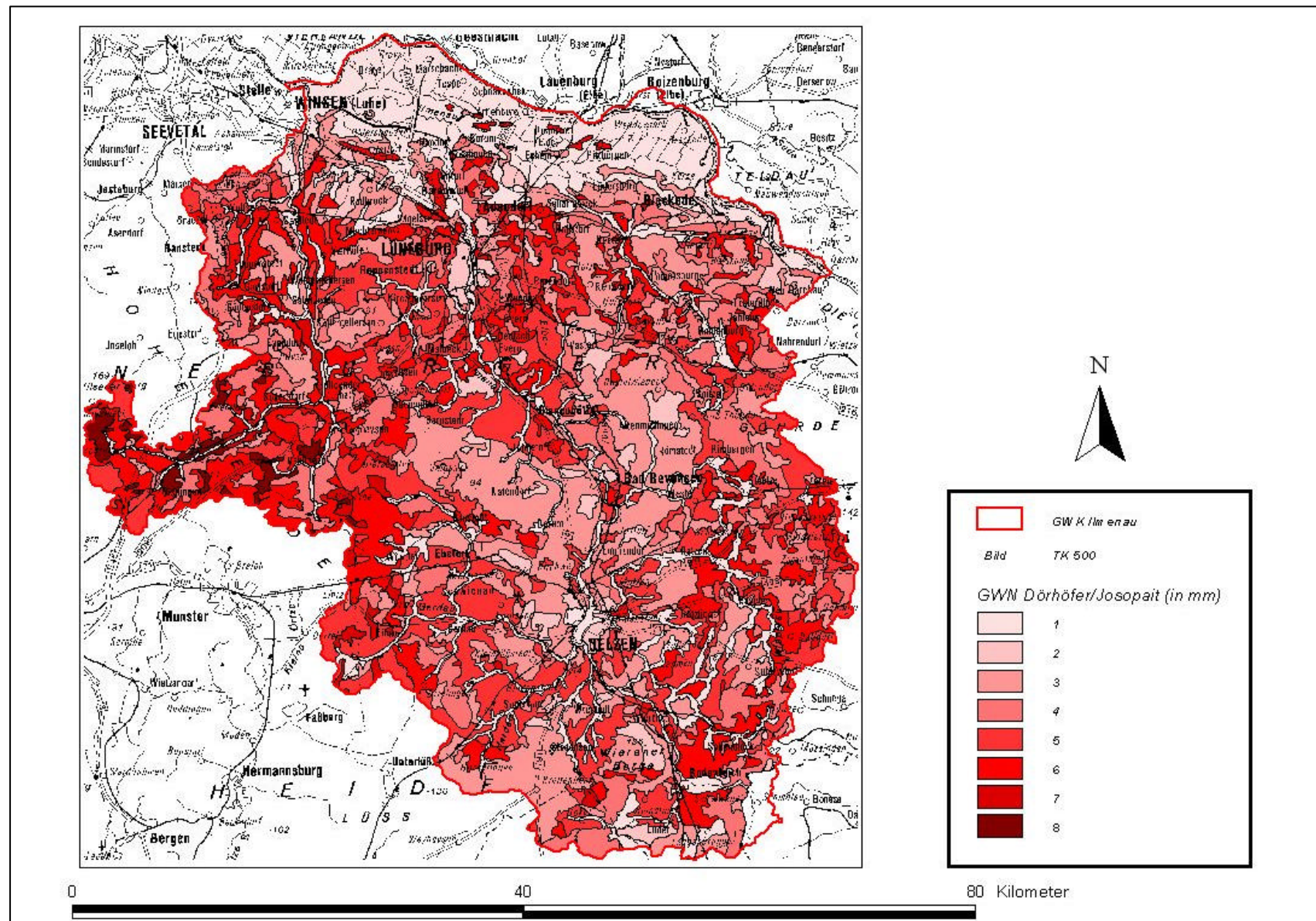


Abb. 73: Grundwasserneubildung nach Dörhöfer/Josopait Ilmenau nach NLfB (2003)

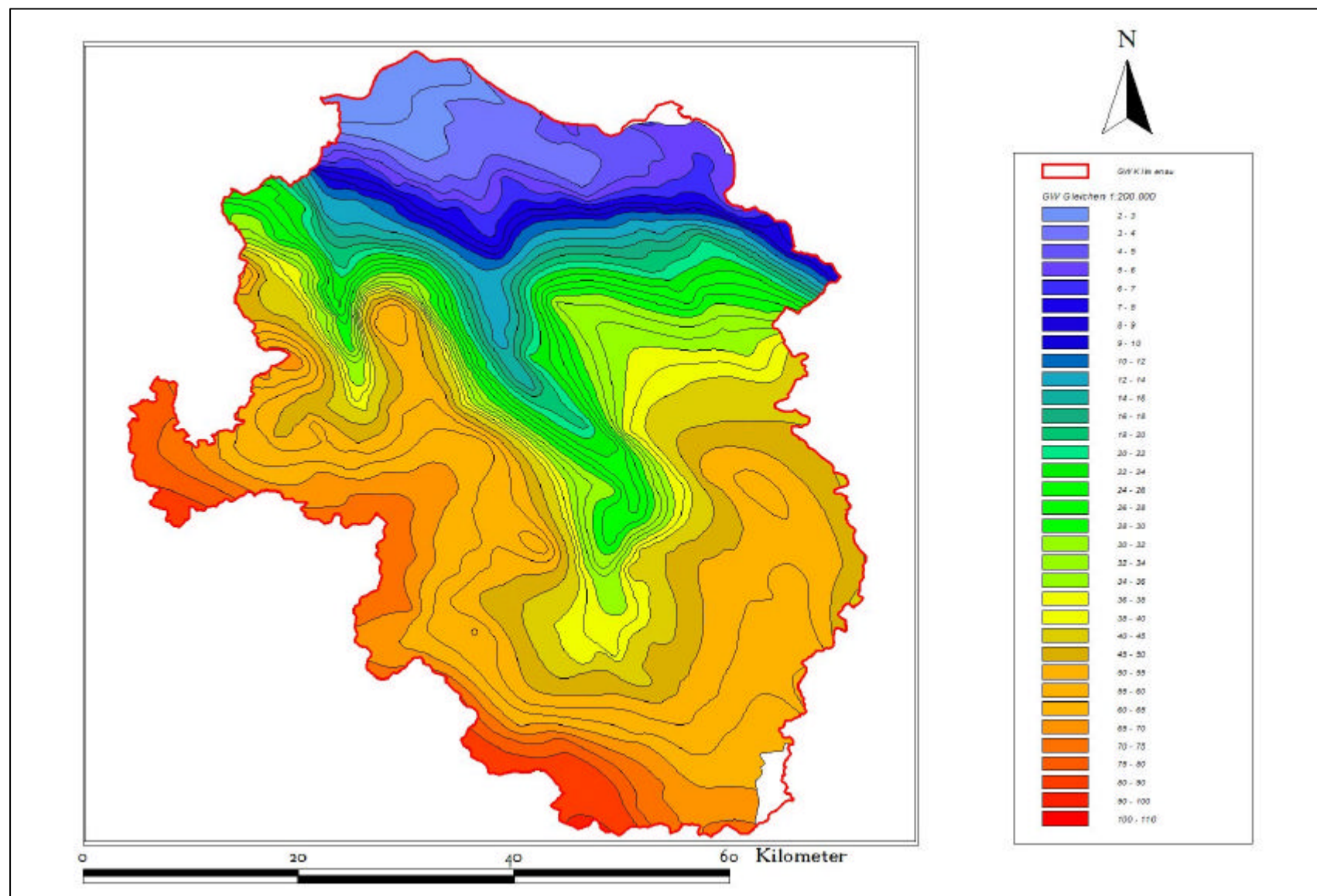


Abb. 74: GW-Gleichen 1:200.000, NLfB (Jahr

Abb. 75: Basisabfluss, eigene Darstellung

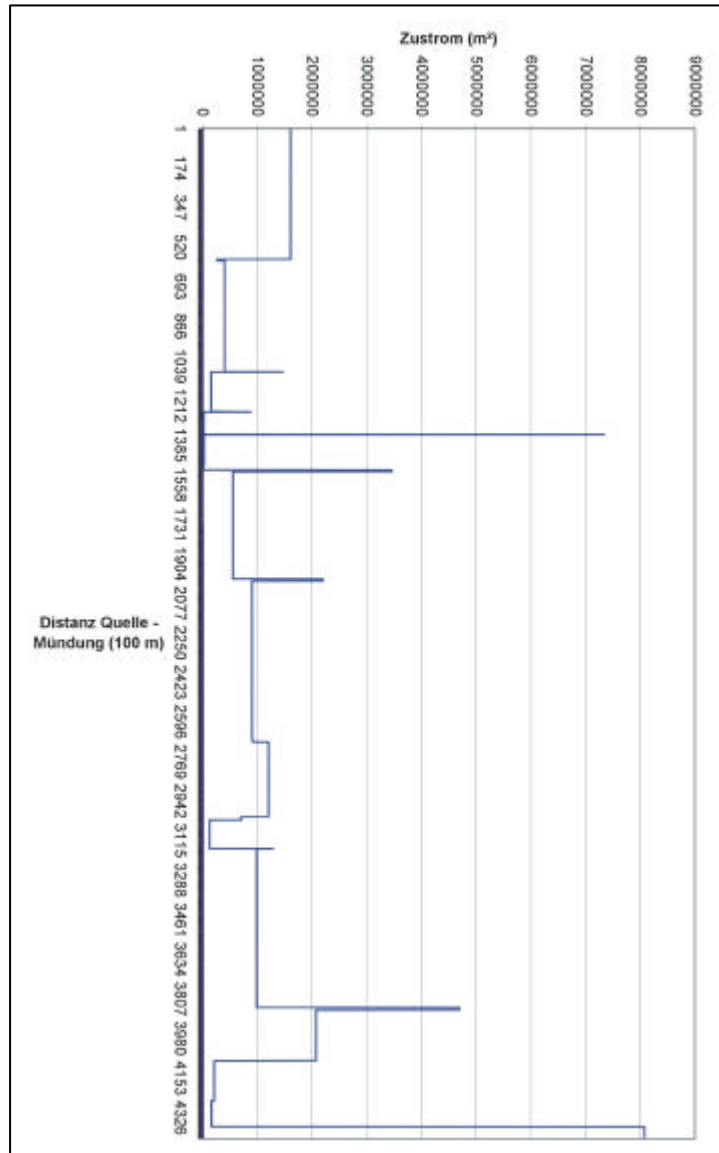
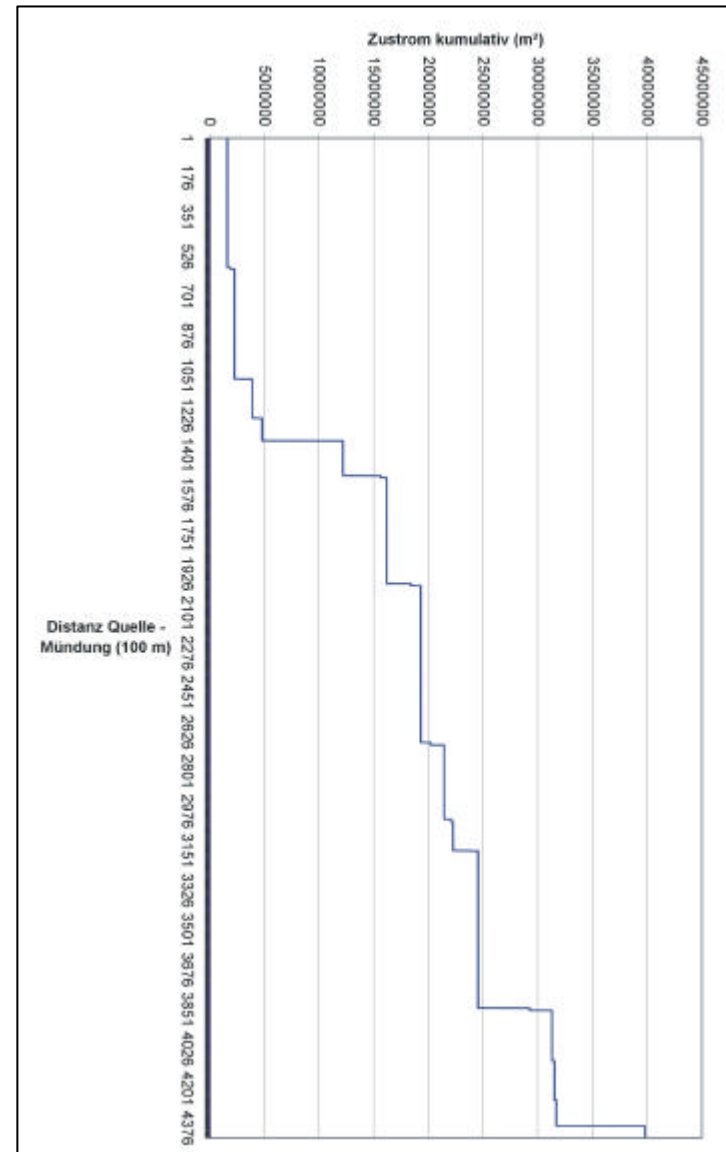


Abb. 76: Kumulativer Basisabfluss, eigene Darstellung

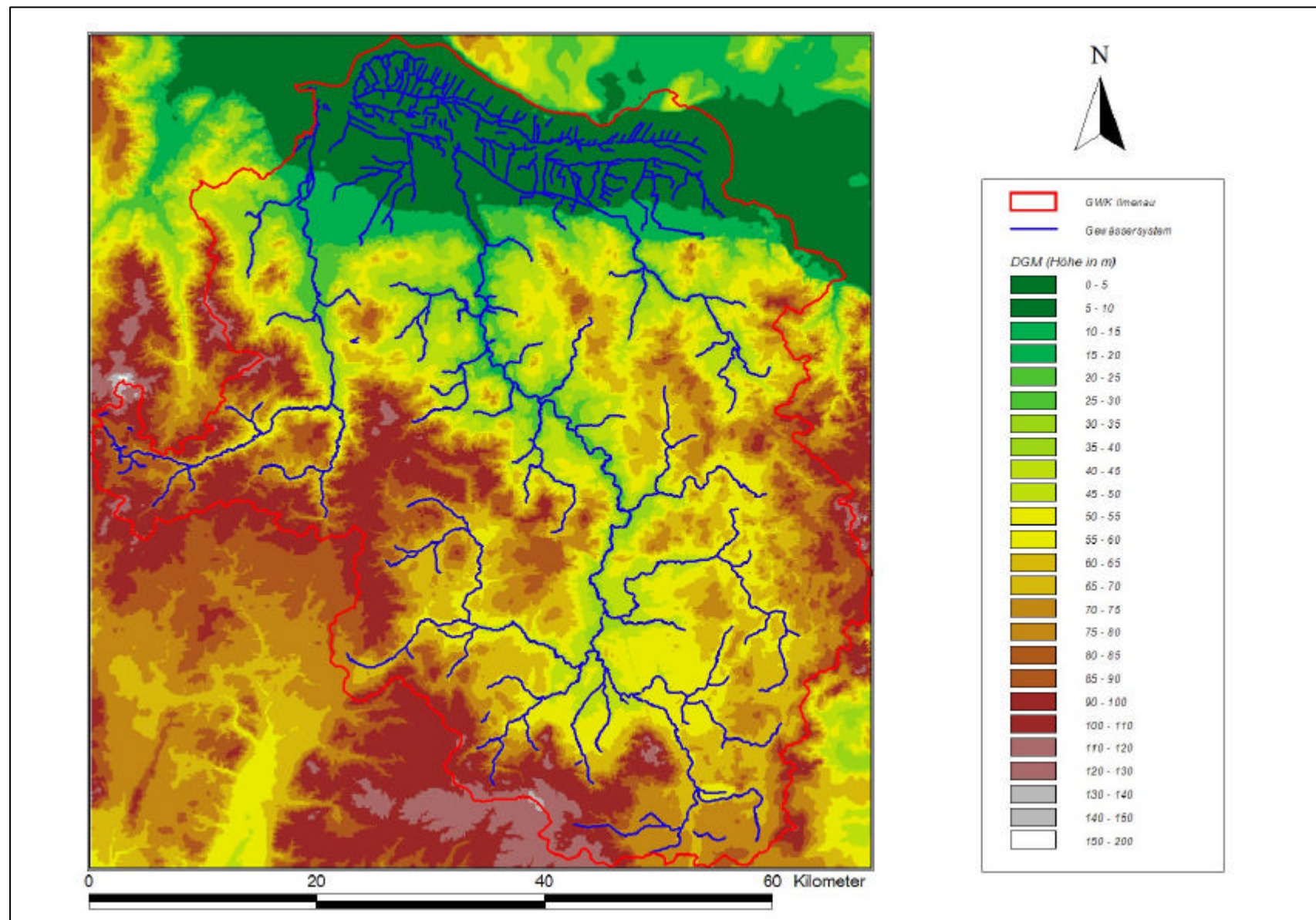


Abb. 77: Fließgewässersystem Ilmenau, NLfB (2002), NLÖ (2003)

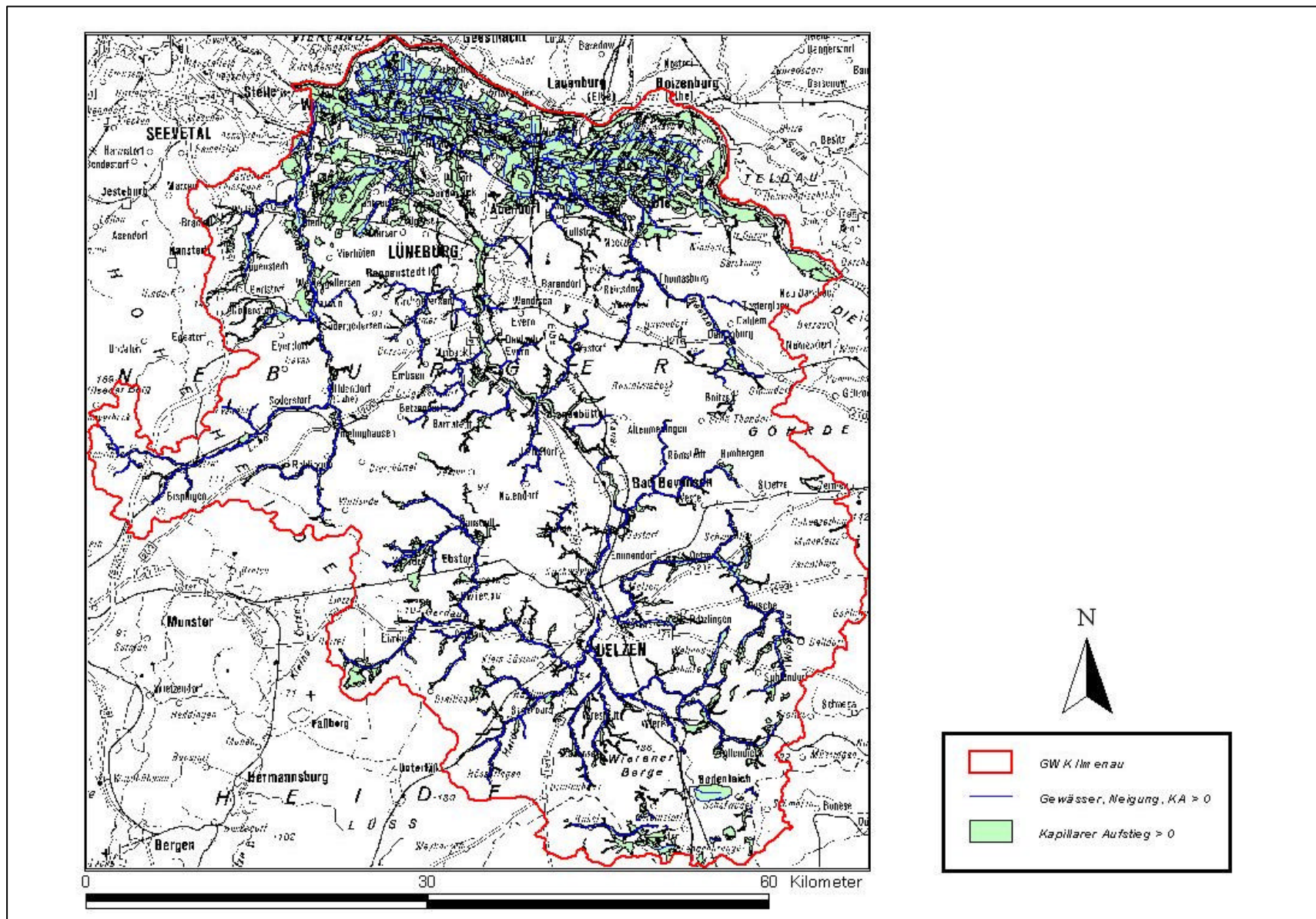


Abb. 78: Fließgewässer verschnitten mit Flächen des kapillaren Aufstiegs ($ka > 0$), NLÖ (2003), NLfB (2004)

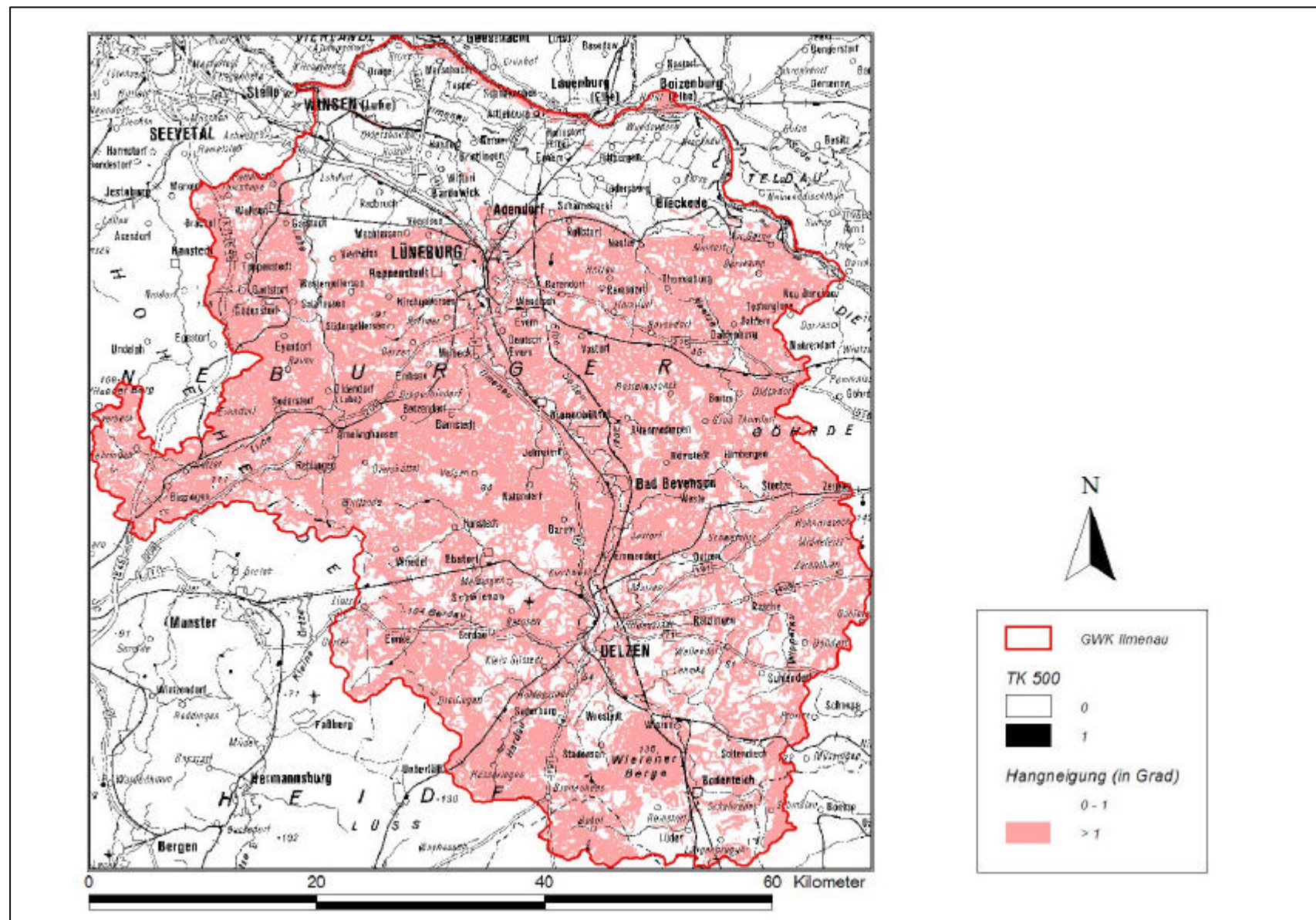


Abb. 79: Flächen mit Hangneigungen größer als 1 °, NLfB (2002)

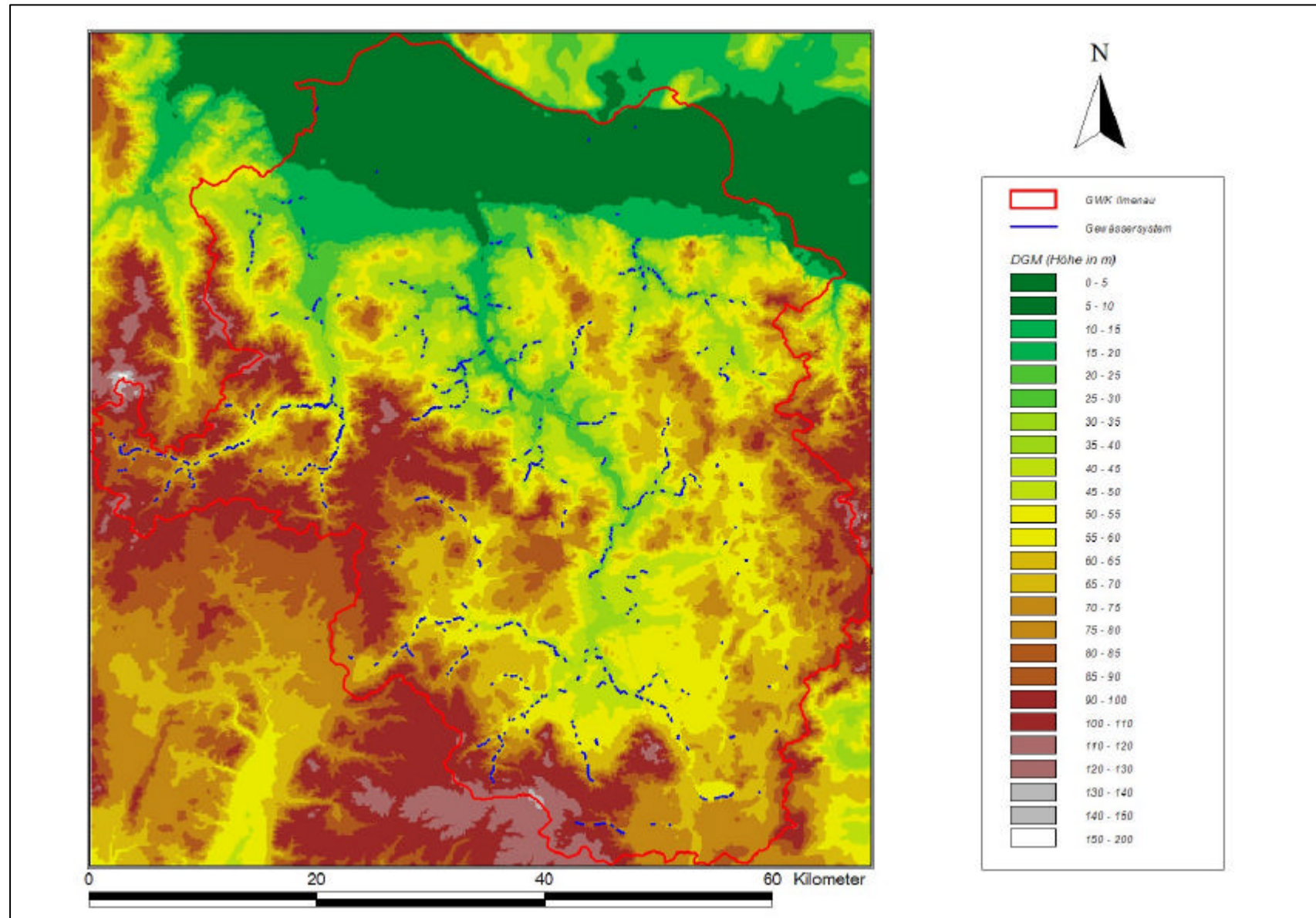


Abb. 80: Fließgewässer nach Verschneidung mit Nutzung, Hangneigung, kapillarem Aufstieg, eigene Darstellung

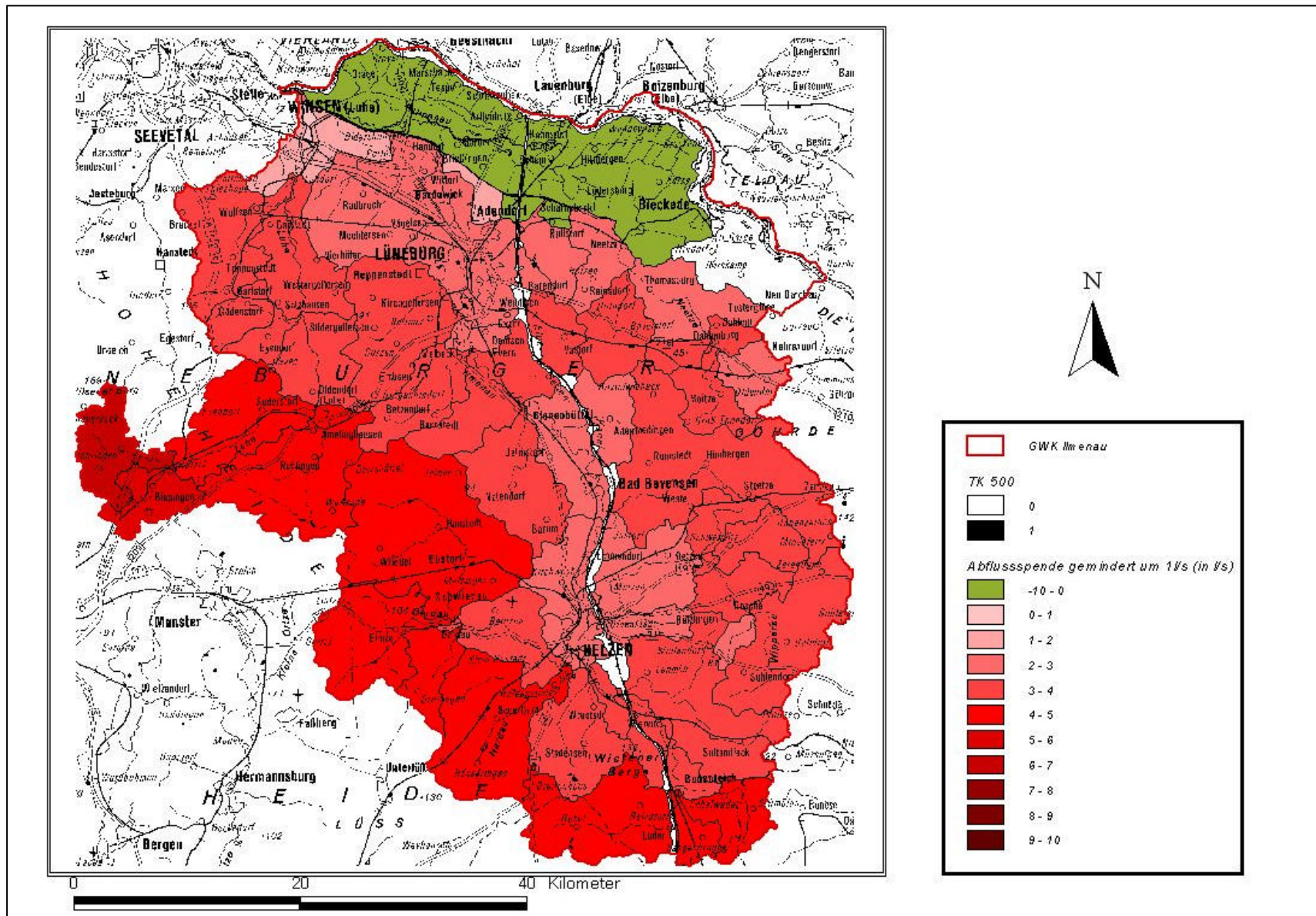


Abb. 81: Abflusspende gemindert um 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung

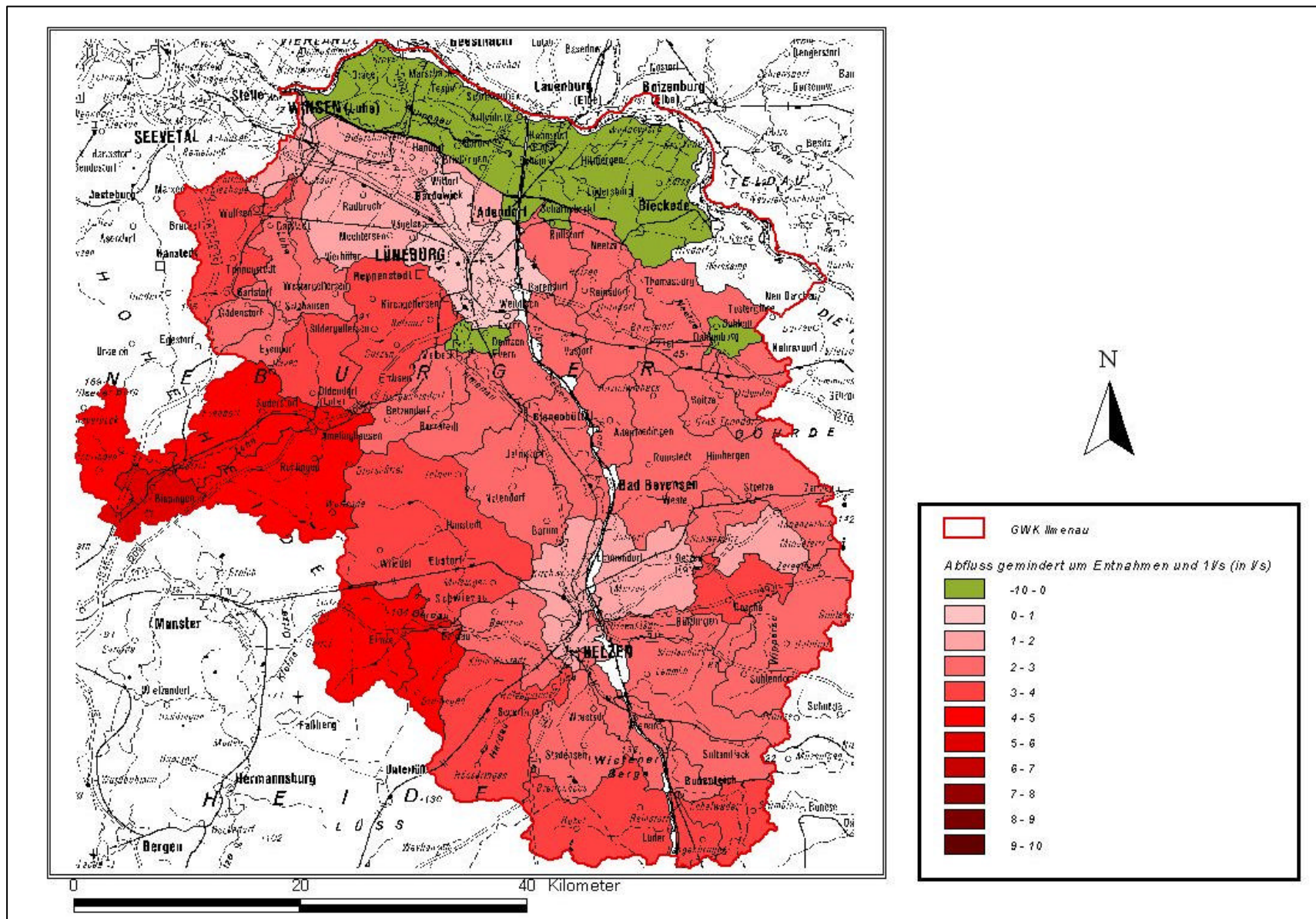


Abb. 82: Abflussspende gemindert um Entnahmen und 1 l/s, eigene Berechnung und Darstellung

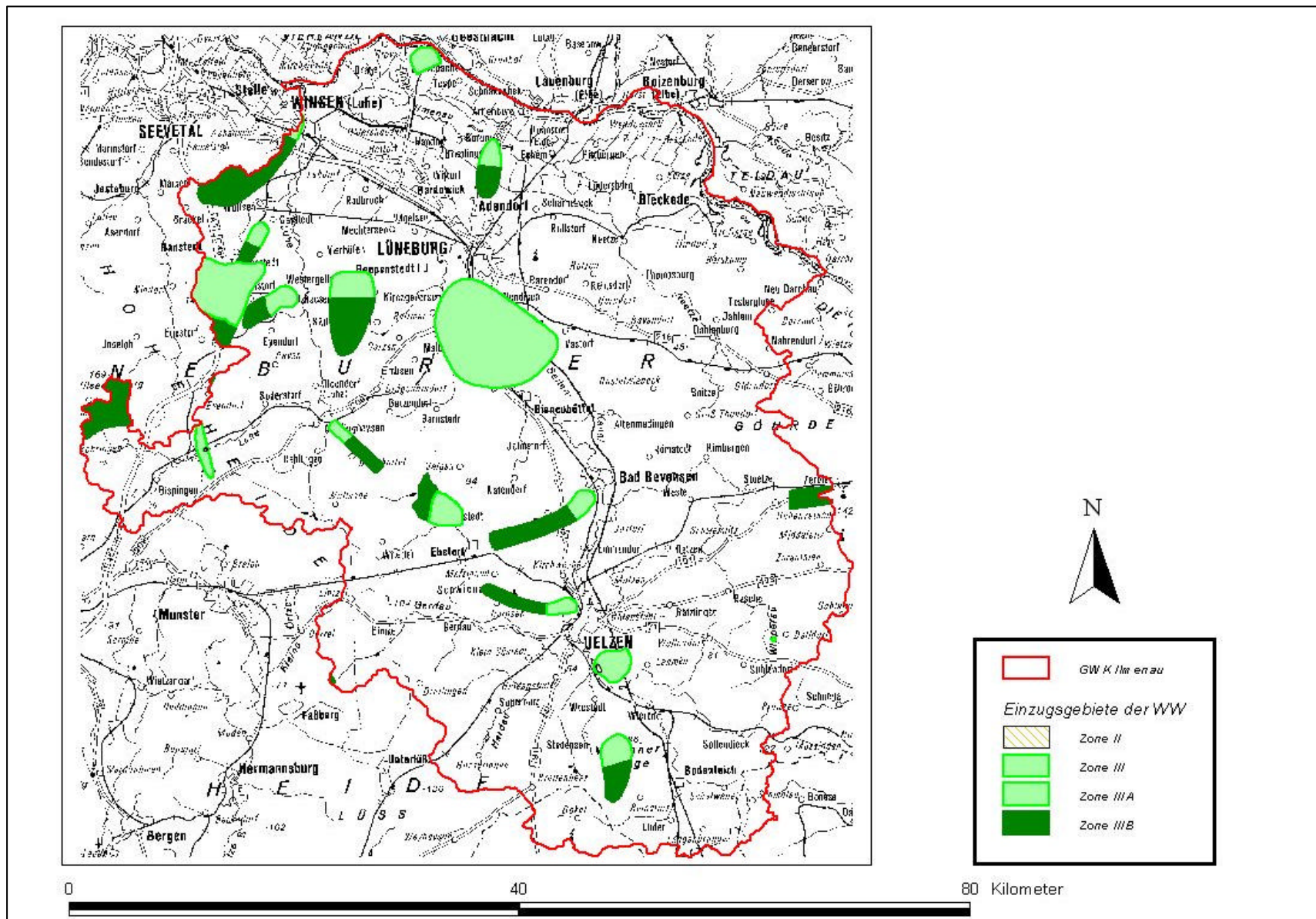


Abb. 83: Einzugsgebiete der Wasserwerke im Betrachtungsraum Imlenau, NLfB (2004)

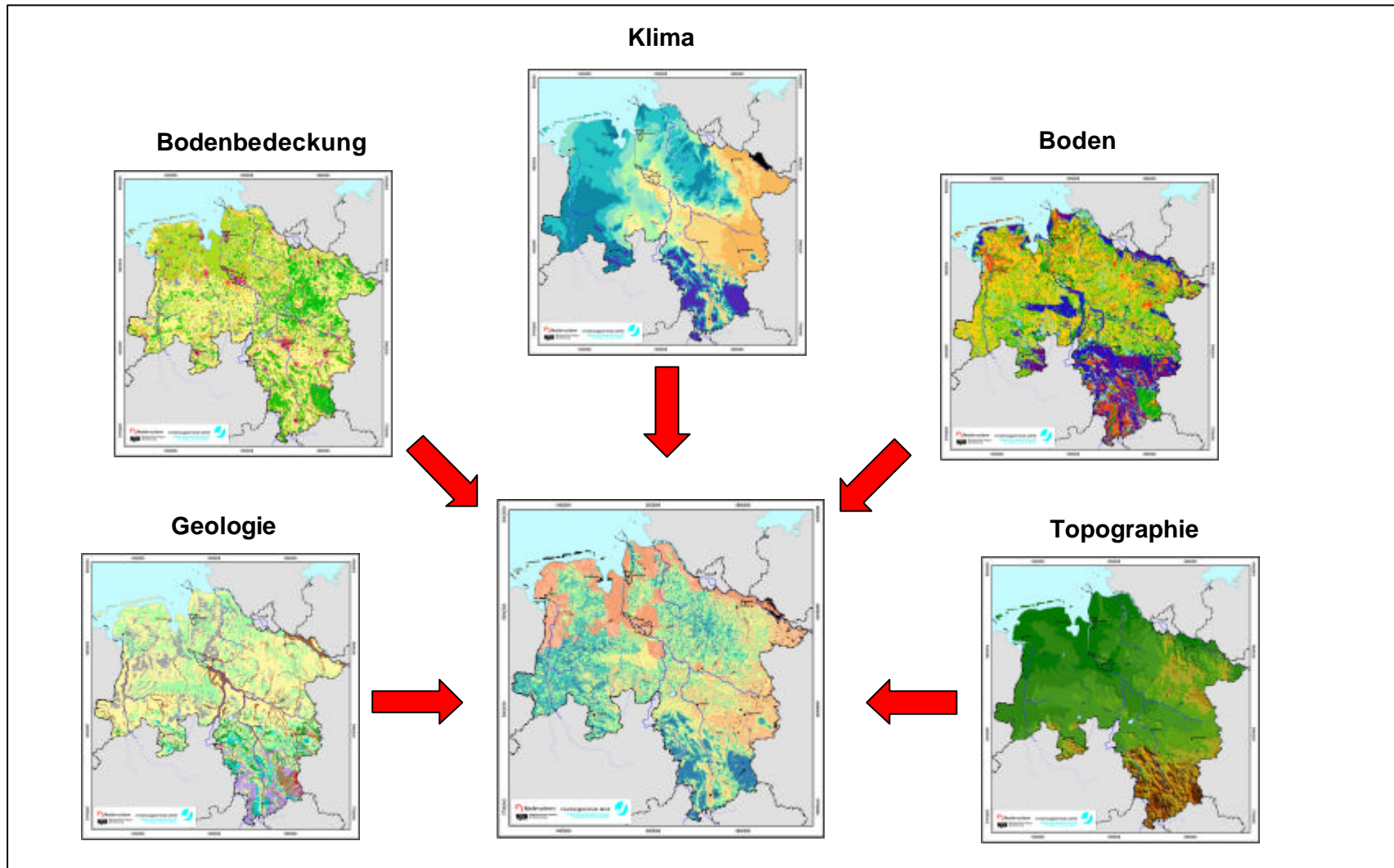


Abb. 84: Eingangsdaten in das Modell Growa, Wendland, F., Kunkel, R., Tetzlaff, B., Dörhöfer, G. (2004)

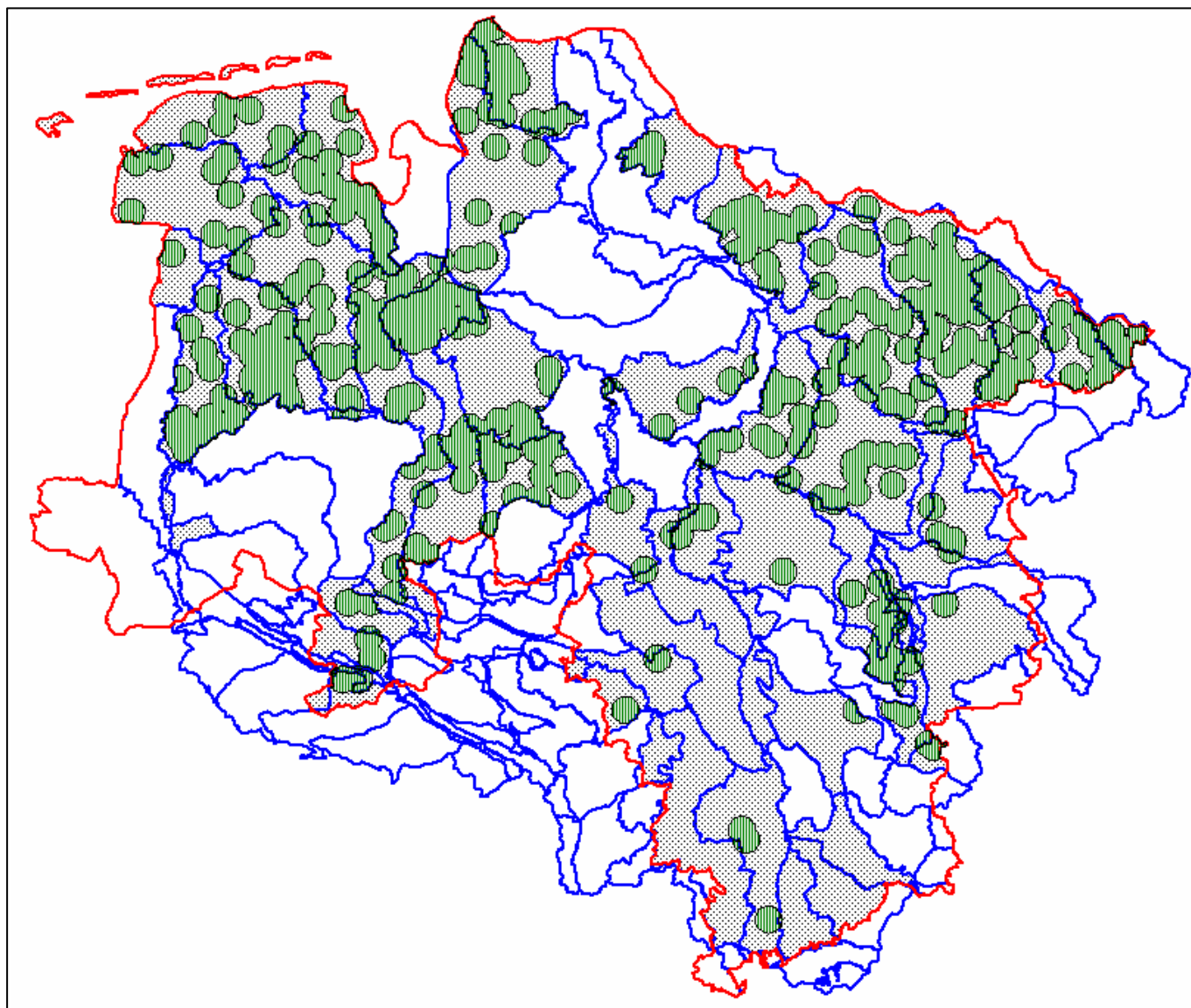


Abb. 85: Wirkungsflächen der Messstellen in Niedersachsen, NLfB (2003)

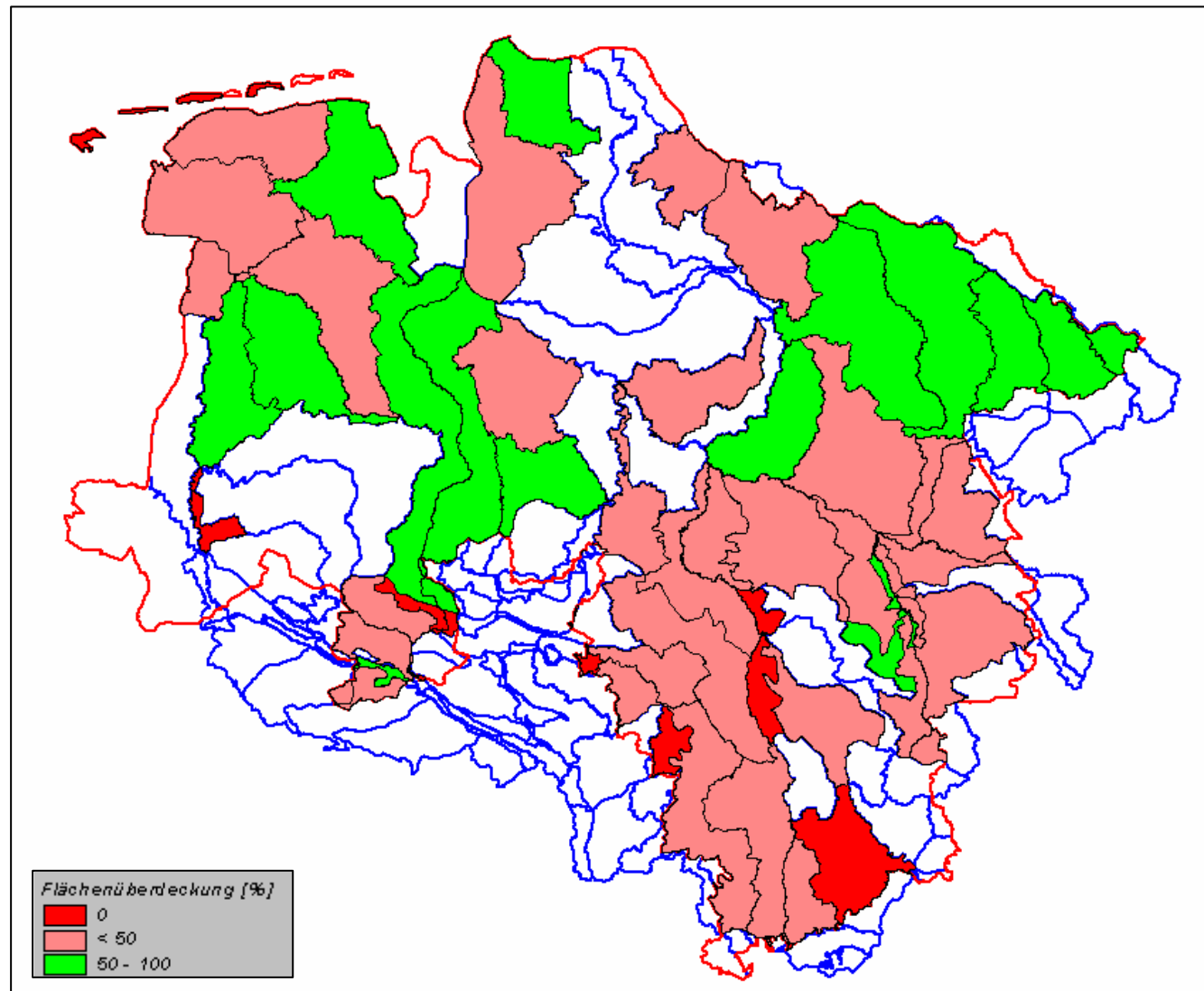


Abb. 86: Flächendeckung der Messstellen in Niedersachsen, NLfB (2003)